

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

LES ATTITUDES DES FUTURS ENSEIGNANTS DU PRIMAIRE PAR RAPPORT À LA
RÉSOLUTION DE PROBLÈMES MATHÉMATIQUES

MÉMOIRE
PRÉSENTÉ
COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN MATHÉMATIQUES

PAR
ISABELLE MARIE ARSENAULT

NOVEMBRE 2008

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de ce mémoire se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.01-2006). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier ma directrice, la professeure Caroline Lajoie, pour les discussions que nous avons eues, le temps qu'elle a mis à me lire, ses nombreux conseils ainsi que son énorme soutien.

Merci aux professeurs Stéphane Cyr et Fernando Hitt qui ont accepté de réviser ce mémoire. Vos commentaires ont été très appréciés et m'ont permis d'améliorer mes écrits.

Aux professeurs de l'UQAM, que j'ai eu la chance de côtoyer, merci pour les cours et les discussions qui m'ont permis de mieux comprendre les différents aspects de la didactique des mathématiques et de la recherche dans ce domaine.

J'aimerais aussi remercier les professeurs de l'Université de Moncton ainsi que Laurie Landry au Ministère de l'Éducation du Nouveau-Brunswick pour les discussions et les encouragements.

Un gros merci aussi aux étudiants de l'Université de Moncton qui ont bien accepté de me remettre leurs travaux à des fins d'analyse. Sans vous, je n'aurais pas pu écrire ce mémoire.

À ma famille, à mon conjoint Yan et à tous mes amis, uqamiens et uqamiennes ainsi qu'acadiens et acadiennes, merci pour les discussions, les mots d'encouragement et votre grande compréhension ces dernières années.

A special thanks to my co-workers at Spielo that took on extra work so I could finish my master's thesis, I couldn't have done it without your understanding and support.

Merci aussi aux bourses d'études supérieures du Canada (CRSH) pour le support financier et à Yamina Bouchama qui m'a aidée à obtenir celui-ci.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX	ix
LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES.....	xi
RÉSUMÉ	xiii
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I	
PROBLÉMATIQUE.....	3
1.1 Origine de notre questionnement	3
1.2 État de la question	6
1.2.1 Attitudes des futurs enseignants du primaire par rapport aux mathématiques	6
1.2.2 Influence des attitudes des enseignants sur leurs façons d'enseigner les mathématiques	9
1.2.3 Influence des attitudes des enseignants sur celles de leurs élèves.....	10
1.2.4 Changement d'attitudes et facteurs qui influencent les attitudes.....	12
1.2.5 Importance de la résolution de problèmes dans le système scolaire et en formation des maîtres	16
1.3 Questions de recherche	18
CHAPITRE II	
CADRE THÉORIQUE	21
2.1 Définitions d'attitudes.....	21
2.2 Notre définition d'attitude	25
2.3 Définitions d'un problème.....	26
2.4 Notre définition d'un problème.....	41
2.5 Certains aspects de la résolution de problèmes à l'égard desquels une personne peut adopter une attitude.....	43
CHAPITRE III	
MÉTHODOLOGIE.....	57
3.1 Quelques recommandations tirées de travaux de recherche sur les attitudes en ce qui a trait à la méthodologie de recherche	57
3.2 Nos choix méthodologiques	60

3.3 Conditions d'expérimentation.....	61
3.3.1 Description de la clientèle universitaire.....	61
3.3.2 Description des étudiants inscrits au cours	62
3.3.3 Description du cours.....	63
3.4 Nos outils de recherche	64
3.4.1 Questionnaires	64
3.4.2 Problèmes.....	66
3.5 Déroulement de l'expérimentation	85
3.5.1 Conditions de passation des questionnaires.....	85
3.5.2 Évaluation des résolutions de problèmes	87
3.5.3 Discussion en classe autour des problèmes résolus.....	87
3.6 Sélection des participants	87
3.6.1 Approche des volontaires.....	87
3.6.2 Choix parmi les volontaires	88
3.7 Mode de traitements des données	90
 CHAPITRE IV	
ANALYSE ET INTERPRÉTATION	93
4.1 Les attitudes de chaque individu.....	93
4.1.1 Annabelle	94
4.1.2 Blanche	109
4.1.3 Cloé.....	121
4.1.4 Dominique.....	135
4.1.5 Ève	149
4.1.6 Fabien	167
4.1.7 Gabrielle	186
4.1.8 Hélène.....	199
4.1.9 Irène	219
4.1.10 Jacinthe.....	229
4.1.11 Katia	246
4.2 Les attitudes de l'ensemble des étudiants.....	264
4.2.1 Attitudes affectives	264

4.2.2 Attitudes cognitives	278
4.2.3 Attitudes sociales	293
4.2.4 Retour sur l'évolution	297
CONCLUSION	301
APPENDICE A	
QUESTIONNAIRE DIAGNOSTIC	317
APPENDICE B	
QUESTIONNAIRE ACCOMPAGNANT CHAQUE PROBLÈME.....	323
APPENDICE C	
QUESTIONNAIRE FINAL	327
APPENDICE D	
FORMULAIRE DE CONSENTEMENT	335
APPENDICE E	
GRILLES D'ANALYSE	339
BIBLIOGRAPHIE	345

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Page
2.1 – La comparaison des différentes définitions d’un problème et d’une situation-problème	31
2.2 – Résumé des différents types de problèmes selon différents auteurs.....	40
2.3 – Aspects de la résolution de problèmes retrouvés dans les programmes d’études, les écrits du NCTM ainsi que dans certaines recherches	49
3.1 – Les caractéristiques de chaque problème	68
3.2 - Grille regroupant les réponses aux questionnaires diagnostic et final	341
3.3 - Grille de comparaison de l’appréciation, de la confiance et de la persévérance	342
3.4 - Grille de comparaison de deux étudiants	343
3.5 – Grille de comparaison des étudiants retenus en fonction de leur appréciation, de leur confiance et de leur niveau de persévérance	344

LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES

CRSH	Conseil de Recherche en Sciences Humaines du Canada
MAA	Mathematical Association of America
MATH1143	Cours de mathématiques « Ensembles et nombres » (offert à l'Université de Moncton)
MAT1011	Cours de mathématiques « L'activité mathématique » (offert à l'Université du Québec à Montréal)
MENB	Ministère de l'Éducation du Nouveau-Brunswick
MEQ	Ministère de l'Éducation du Québec
NCTM	National Council of Teachers of Mathematics
UQAM	Université du Québec à Montréal

RÉSUMÉ

Plusieurs recherches suggèrent que les attitudes des futurs enseignants du primaire par rapport aux mathématiques ne sont pas des plus positives et qu'une fois que ceux-ci se retrouvent devant la classe, leurs attitudes influencent entre autres leur façon d'enseigner et les attitudes de leurs élèves. Comme la résolution de problèmes est présentement au cœur des programmes de mathématiques et que peu de recherches ont été effectuées sur les attitudes des enseignants et/ou des futurs enseignants quant à leurs attitudes par rapport à cette activité mathématique, nous avons décidé de nous attarder à celles-ci. Nous avons demandé à des étudiants de résoudre des problèmes, tout en répondant à des questionnaires portant sur certains aspects de la résolution de problèmes pour connaître leurs attitudes par rapport à cette activité mathématique ainsi que l'évolution de ces attitudes dans le cadre d'un cours de mathématiques dans lequel la résolution de problèmes est importante.

Après l'expérimentation, nous avons examiné les écrits de onze volontaires pour en dégager leurs attitudes affectives, cognitives et sociales par rapport à la résolution de problèmes ainsi que l'évolution de ces attitudes au cours de la session. Nous avons remarqué, entre autres, que les attitudes des futurs enseignants du primaire ne sont pas si négatives que nous le pensions au départ. Par exemple, environ la moitié affirme aimer la résolution de problèmes et certains aiment avoir des défis à relever. Nous retrouvons tout de même certaines conceptions erronées par rapport à la résolution de problèmes, comme l'idée qu'un problème admet toujours plus d'une méthode de résolution.

Notre recherche nous a aussi permis de voir que les attitudes peuvent être modifiées, mais ce n'est pas chose facile. Par exemple, plusieurs semblent avoir plus confiance en leurs habiletés à résoudre des problèmes à la fin de la session, mais peu semblent avoir changé d'attitude par rapport à leur appréciation des discussions entre collègues.

INTRODUCTION

Les attitudes des futurs enseignants du primaire à l'égard des mathématiques préoccupent depuis longtemps les professeurs et les chercheurs. Plusieurs sont d'ailleurs en accord pour dire que les attitudes des futurs enseignants du primaire par rapport aux mathématiques sont souvent plus négatives que souhaitées (Ball, 1990; Gellert, 2000; Philippou et Christou, 1998; Ruffell, Mason et Allen, 1998; Schuck, 1997; Theis et *al.*, 2007) et certains stipulent que ces attitudes influencent leurs habiletés en mathématiques (Kroll, 1989; Schoenfeld, 1989), leur façon d'enseigner cette matière (Bush, 1989; Carroll, 1995; Ernest, 1988; Schuck, 1995) ainsi que les attitudes qu'adopteront leurs élèves par rapport à celle-ci (Aiken, 1970; McMillan, 1976; Phillips 1973).

La résolution de problèmes est aujourd'hui au cœur des curriculums scolaires de mathématiques au primaire et très peu de recherches portent sur les attitudes des futurs enseignants et/ou des enseignants par rapport à cette activité mathématique primordiale. Notre recherche a pour objectifs de relever les attitudes de futurs enseignants du primaire par rapport à la résolution de problèmes mathématiques et d'examiner l'évolution de ces attitudes au fil d'une session, dans le cadre d'un cours de mathématiques conçu spécialement pour des futurs enseignants du primaire.

Dans le premier chapitre de ce mémoire, nous élaborerons davantage sur l'origine de notre questionnement et sur les recherches effectuées auprès d'enseignants et de futurs enseignants en ce qui a trait à leurs attitudes mathématiques. Nous traiterons ensuite des différents facteurs qui ont un effet sur les attitudes adoptées à l'égard des mathématiques. Toutes ces considérations nous mèneront enfin à nos questions de recherche.

Dans notre cadre théorique, nous préciserons davantage ce que nous entendons par « attitudes » et « problèmes », soit les deux concepts clés de notre recherche. Nous présenterons alors différentes définitions de ces termes retrouvées dans les écrits pour ensuite

préciser ce que nous entendrons par « attitudes » et « problèmes » tout au long de ce mémoire. Tout comme Simon et Schifter (1993), nous diviserons alors les attitudes en trois catégories, soit les attitudes affectives, cognitives et sociales tout en précisant les aspects de la résolution de problèmes à l'égard desquels nous allons tenter d'observer ces différentes attitudes chez de futurs enseignants.

Notre troisième chapitre porte sur notre méthodologie et débutera avec des recommandations tirées de recherches ayant porté sur les attitudes que les gens adoptent par rapport aux mathématiques. En nous basant sur ces recommandations, nous présenterons par la suite nos propres choix méthodologiques, ce qui inclut la passation de questionnaires et la résolution de problèmes et nous discuterons de la conception de nos questionnaires ainsi que des problèmes choisis. Nous expliquerons aussi comment notre expérimentation s'est déroulée tout en précisant les conditions dans lesquelles elle a été effectuée. Enfin, nous justifierons le choix que nous avons fait parmi les volontaires et nous élaborons sur la façon que nous nous y sommes prise pour analyser les écrits des onze étudiants retenus parmi tous les volontaires.

Dans le chapitre d'analyse et d'interprétation, nous présenterons les résultats des analyses que nous avons effectuées en regardant les écrits des étudiants volontaires retenus. Dans un premier temps, nous traiterons des attitudes de chacun de ces étudiants de façon individuelle pour ensuite faire une synthèse des attitudes exprimées par l'ensemble de ces étudiants tout en traitant aussi de l'évolution de ces attitudes s'il y a lieu.

Dans la dernière section de ce mémoire, soit la conclusion, nous traiterons des limites de notre recherche en suggérant des changements qui pourraient améliorer celle-ci. Nous mentionnerons aussi de nouvelles pistes de recherches qui découlent de ce mémoire tout en suggérant quelques retombées pour la formation des maîtres.

CHAPITRE I

PROBLÉMATIQUE

1.1 Origine de notre questionnement

À la suite de nos études au baccalauréat en sciences, avec majeure en mathématiques et mineure en physique, à l'Université de Moncton, nous avons eu la chance de donner un cours de mathématiques aux futurs enseignants des écoles primaires à cette même université. En ayant côtoyé plusieurs étudiants en éducation primaire lors de nos études et en ayant enseigné à cette clientèle pendant une session, nous avons remarqué que plusieurs futurs enseignants du primaire semblent faire preuve d'attitudes¹ négatives envers les mathématiques. En effet, plusieurs affirment ne pas aimer les mathématiques et veulent éviter cette matière le plus possible. Même que certains affirment avoir choisi de se spécialiser en éducation de maternelle à 4^e année au lieu de 5^e à 8^e année pour ne pas avoir à faire le cours de mathématiques de surplus obligatoire dans la deuxième des spécialisations². D'ailleurs, il est à noter que, d'année en année, il y a plus d'étudiants qui choisissent la spécialisation de maternelle à 4^e année que de 5^e à 8^e année.

Nous avons aussi remarqué, lors de discussions informelles avec de futurs enseignants du primaire de l'Université de Moncton que plusieurs ne se considèrent pas bons en mathématiques, même que certains sont persuadés qu'ils ne pourront jamais comprendre cette matière. Certains affirment aussi qu'ils ne se serviront pas de ce qu'ils apprennent dans leurs cours de mathématiques universitaires dans les écoles. Cette attitude nous inquiète

¹ Le mot « attitudes » englobent les mots « sentiments », « émotions », « valeurs » « croyances » et « conceptions ». Nous nous attarderons davantage sur ces mots au prochain chapitre.

² Les étudiants dans les deux spécialisations reçoivent le même diplôme à la fin de leurs études. La spécialisation ne les empêche donc pas d'enseigner à n'importe quel niveau de la maternelle à la 8^e année.

puisque les cours de mathématiques qu'ils suivent à l'université traitent, en partie, de sujets enseignés dans les écoles primaires et ces étudiants ne semblent pas être conscients qu'ils vont à leur tour avoir à enseigner certaines des notions qui leur sont présentées comme les opérations sur les ensembles de nombres (naturel, entier, fractionnaire, décimal, rationnel, irrationnel, réel), l'étude de différents systèmes de numération, les opérations sur les nombres entiers dans différentes bases, le PPCM et le PGCD de deux nombres, les nombres carrés, les nombres pairs et les nombres impairs, les rapports, les proportions et le pourcentage, les suites de nombres et les régularités, les principes de base de l'analyse combinatoire et des probabilités, les transformations géométriques et le calcul de l'aire et du volume.

Nous ne sommes pas seule à avoir remarqué les attitudes négatives des futurs enseignants du primaire à l'Université de Moncton. D'ailleurs, au cours de discussions informelles, des collègues professeurs nous ont confié que, selon eux, les futurs enseignants du primaire n'ont pas une bonne estime de leurs habiletés en mathématiques et qu'ils démontrent souvent des attitudes négatives par rapport à cette matière qu'ils devront enseigner pendant une grande partie de leur vie.

En tant que chargée de cours, en plus d'avoir remarqué que les futurs enseignants du primaire adoptent souvent des attitudes négatives par rapport aux mathématiques, nous avons aussi remarqué que ces étudiants éprouvent des difficultés en mathématiques. Ce constat a également été fait par certains professeurs de mathématiques de l'Université de Moncton qui nous ont affirmé dans des discussions informelles que la majorité des étudiants au baccalauréat en enseignement primaire ne font pas preuve d'un niveau de compréhension mathématique élevé dans leurs cours. Ces difficultés en mathématiques ne sont toutefois pas particulières aux futurs enseignants du primaire de l'Université de Moncton. D'ailleurs, plusieurs chercheurs ont observé des difficultés mathématiques chez de futurs enseignants du primaire dans différents contextes. Certaines de ces recherches suggèrent même que les futurs enseignants du primaire possèdent un niveau de compréhension mathématique insuffisant pour enseigner les mathématiques au primaire :

Research of this type leaves the distinct impression that preservice elementary teachers do not possess the level of mathematical understanding necessary to teach elementary school mathematics as recommended in various proclamations from professional organizations such as NCTM. (Brown, Cooney et Jones, 1990, p. 643)

Une des grandes difficultés en mathématiques chez les futurs enseignants du primaire concerne la résolution de problèmes. Ce constat a d'ailleurs été fait à la fois par un professeur qui a eu la chance d'offrir des cours de didactique des mathématiques aux étudiants au baccalauréat en enseignement primaire à l'Université de Moncton et par Bergeron et Herscovics (1988). En effet, tel que le relate Héraud (2000, p.42), Bergeron et Herscovics (1988) ont montré que plusieurs futurs enseignants des écoles primaires au Québec sont « incapables de résoudre des problèmes élémentaires » et que certains n'ont « même pas les connaissances requises pour les résoudre » lorsqu'ils arrivent en première année de formation universitaire. Or, il semble que les attitudes que les futurs enseignants du primaire adoptent par rapport aux mathématiques y soient pour quelque chose. En effet, un autre professeur de l'Université de Moncton avec qui nous nous sommes aussi entretenue, pense que les difficultés de ces étudiants en résolution de problèmes sont surtout liées aux attitudes qu'ils adoptent par rapport aux mathématiques. Selon lui, cette matière n'est pas vue comme importante à leurs yeux. Les propos de ce professeur sont aussi appuyés par certaines recherches mentionnées par Carlson (1999), dont celle de Schoenfeld (1989), qui a montré que les attitudes qu'une personne adopte par rapport aux mathématiques influencent le développement de ses habiletés en résolution de problèmes (Kroll, 1989; Schoenfeld, 1989). McLeod (1994), en faisant lui aussi référence à la recherche de Schoenfeld (1989), donne des exemples d'attitudes qui peuvent influencer les habiletés d'une personne en résolution de problèmes, comme l'idée que les mathématiques sont un ensemble de règles à appliquer et celle qu'un problème devrait toujours pouvoir se résoudre en quelques minutes :

Schoenfeld (1989) has been especially influential in developing this line of research, pointing out that students' problem-solving performance was often undermined by their beliefs about mathematics. Prominent examples of such beliefs are that mathematics mainly involves memorizing rules and procedures, and that mathematical problems can be solved in just a few minutes or they can't be solved at all. Such beliefs come into conflict with the goals of the current reform efforts (NCTM, 1989) and appear to cause negative affective reactions to efforts to develop students' problem-solving ability in mathematics. (McLeod, 1994, p. 641)

Bref, les étudiants en enseignement primaire n'adoptent pas toujours des attitudes positives par rapport aux mathématiques et il semble que ces attitudes influencent leurs résultats lors de résolutions de problèmes mathématiques.

À la suite de ces constatations, nous trouvons qu'il est important d'étudier les attitudes des futurs enseignants du primaire puisque, en plus d'influencer leurs résultats mathématiques, nous craignons que ces attitudes puissent jouer un rôle sur celles qu'adopteront leurs futurs élèves. Aussi, pour être en mesure de se prononcer sur l'évolution des attitudes des futurs enseignants du primaire, nous trouvons qu'il est important d'étudier à la fois les attitudes positives et les attitudes négatives de ces étudiants. De manière plus spécifique, nous nous attarderons aux attitudes face à la résolution de problèmes en mathématiques, en partie parce qu'elle a été pointée par des professeurs et des chercheurs comme étant un sujet difficile pour les futurs enseignants du primaire, mais aussi parce que l'enseignement des mathématiques au primaire passe de plus en plus actuellement par la résolution de problèmes, comme nous le verrons à la section 1.2.5.

Avant de préciser nos objectifs de recherche et de présenter nos questions de recherche, nous allons faire un survol de différents travaux de recherche pour avoir un meilleur aperçu des attitudes des futurs enseignants par rapport aux mathématiques, de l'influence que ces attitudes ont sur leur façon d'enseigner et sur les attitudes des élèves, des facteurs qui influencent le changement d'attitudes et de l'importance de la résolution de problèmes dans l'enseignement des mathématiques au primaire.

1.2 État de la question

1.2.1 Attitudes des futurs enseignants du primaire par rapport aux mathématiques

La situation décrite à la section 1.1 relativement aux attitudes des futurs enseignants du primaire n'a rien d'exceptionnel. En effet, plusieurs recherches suggèrent que les attitudes des futurs enseignants du primaire envers les mathématiques sont plutôt négatives. Theis et *al.* (2007), par exemple, font le constat que plusieurs étudiants dans leurs cours de didactique

des mathématiques à l'Université de Sherbrooke sont anxieux face aux mathématiques en plus d'avoir une « faible estime de leur propre compétence en mathématiques ». Dans le même ordre d'idées, la recherche de Philippou et Christou (1998), qui porte sur le changement d'attitudes des futurs enseignants du primaire face aux mathématiques, révèle que presque le quart des étudiants qui s'inscrivent à la première année de la formation en éducation primaire dans leur institution (Université de Chypre) détestent les mathématiques et évitent cette matière scolaire le plus possible et qu'environ la moitié affirment ne pas avoir complètement confiance en eux-mêmes en mathématiques. Ruffell, Mason et Allen (1998) ont eux aussi remarqué que plusieurs futurs enseignants du primaire n'aiment pas les mathématiques. D'ailleurs presque la moitié des futurs enseignants du primaire qui ont participé à leur recherche en leur remettant leur journal écrit dans le cadre d'un cours sur l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques, affirment dans ce journal qu'ils n'aiment pas les mathématiques. Ball (1990, p. 464), quant à elle, va même jusqu'à suggérer que la plus grande différence entre les futurs enseignants du primaire et du secondaire se retrouve sur le plan affectif; les étudiants qui enseigneront dans les écoles primaires seraient plus anxieux et plus persuadés qu'ils ne connaissent pas les mathématiques que les autres. D'ailleurs, le tiers des étudiants en enseignement primaire participant à une étude de Ball (1990) admettent qu'ils essaient d'éviter les mathématiques et qu'ils ne s'y sentent pas compétents. Environ la moitié des étudiants participant à la même recherche affirment aussi ne pas se sentir en mesure d'étudier des mathématiques dites avancées, comme l'algèbre et la géométrie (p. 461).

En plus d'éprouver une réticence face aux mathématiques, les futurs enseignants du primaire perçoivent souvent les mathématiques comme une discipline routinière, difficile et ennuyeuse. Gellert (2000), par exemple, a remarqué lors d'une recherche portant sur les conceptions des futurs enseignants du primaire face à l'enseignement des mathématiques, que lorsque l'on demande à ces étudiants de garder un journal dans lequel ils écrivent entre autres des expériences antérieures qu'ils ont eues dans des cours de mathématiques, ils élaborent sur des cours ennuyeux, compliqués et menaçants : « Generally, the prospective teachers' journal reported on mathematics lessons that were boring, complicated and, moreover, threatening » (Gellert, 2000, p. 258). Schuck (1997), quant à elle, explique, en se basant sur

deux autres recherches (Ernest, 1989; Foss et Kleinsasser, 1996), que la majorité des futurs enseignants du primaire perçoivent les mathématiques comme un ensemble d'algorithmes à appliquer et non comme une discipline où il faut raisonner :

... most prospective primary school teachers have a very instrumentalist view of mathematics (Ernest, 1989). For these prospective teachers, mathematics is seen as an unrelated set of facts, rules and skills, to be used as required, but lacking any coherence or reason. Stress is laid on the importance of algorithms and the basic skills of being able to multiply or divide, rather than on the processes or reasoning and generalising in mathematics (Foss & Kleinsasser, 1996). (Schuck, 1997, p. 530)

Les étudiants en éducation primaire qui ont participé à la recherche de Schuck (1997) portant sur l'utilisation de la recherche comme moyen de remettre en question les croyances mathématiques des futurs enseignants du primaire dégagent d'ailleurs cette pensée dite « instrumentaliste » lors des entrevues qu'ils effectuent auprès de leurs collègues de classe. Schuck (1997, p. 534) donne d'ailleurs l'exemple d'une étudiante qui décrit les mathématiques comme difficiles et ennuyantes tout en donnant l'exemple de la récitation des tables de multiplications à un(e) autre étudiant(e) qui la questionne.

Une autre étudiante participant à la recherche de Schuck (1997) explique à son intervieweur que les mathématiques sont frustrantes puisqu'il faut du temps pour comprendre et qu'après avoir compris il faut pratiquer pour devenir « bon ». Pour d'autres futurs enseignants du primaire qui participent à cette recherche, les mathématiques semblent être synonyme de nombres tout en n'ayant aucun lien avec la communication ou l'écriture puisque ces étudiants demandent à leur collègue s'ils préfèrent les nombres ou les mots : « three students asked their partners if they were 'words or numbers people,' thus suggesting that they did not believe that prowess at mathematics involved communication or writing skills » (Schuck, 1997, p. 534).

Bref, plusieurs futurs enseignants du primaire n'aiment pas les mathématiques, ils n'ont pas confiance en leurs habiletés en mathématiques et ils perçoivent cette matière scolaire comme un ensemble de procédures à appliquer machinalement. De telles attitudes chez des futurs enseignants du primaire par rapport aux mathématiques sont préoccupantes,

d'autant que, comme nous le verrons dans les deux sections suivantes, elles sont susceptibles d'influencer celles de leurs futurs élèves.

1.2.2 Influence des attitudes des enseignants sur leurs façons d'enseigner les mathématiques

Il semble que les attitudes des enseignants face aux mathématiques influencent leur façon d'enseigner cette matière. Gellert (2000, p. 253) et Thompson (1992, p. 130-131) énumèrent des recherches dans lesquelles les chercheurs ont remarqué que les croyances des enseignants face aux mathématiques et à leur enseignement influencent les pratiques des enseignants. Un des chercheurs cité par Thompson (1992), soit Ernest (1988) avance même que les croyances des enseignants sont les plus grandes sources d'influence sur leurs pratiques :

According to Ernest, the research literature on mathematics teacher' beliefs, although scant, indicates that teachers' approaches to mathematics teaching depend fundamentally on their systems of beliefs, in particular on their conceptions of the nature and meaning of mathematics, and on their mental models of teaching and learning mathematics. (Thompson, 1992, p. 131).

Suite à une recherche auprès de plusieurs enseignants de la 4^e à la 6^e année et de leurs élèves, Bush (1989), quant à lui, a établi une corrélation entre l'anxiété mathématique des enseignants du primaire et leurs méthodes d'enseignement. Il explique que les enseignants qui sont anxieux face aux mathématiques ont plus tendance à enseigner de façon « traditionnelle », c'est-à-dire enseigner à l'ensemble de la classe et non de façon plus individuelle tout en mettant l'accent sur les habiletés et non sur les concepts et la résolution de problèmes :

The finding, however, did indicate a slight tendency for MA [mathematics anxious] teachers to be more traditional in their teaching. They tended (a) to devote more time to seatwork, and whole-class instruction, (b) to devote less time to checking homework, playing games, problem solving, small-group instruction, and individualized instruction, and (c) to teach more skills and fewer concepts. (Bush, 1989, p. 508)

En reprenant des passages des écrits de Carroll (1995) et de Schuck (1995), Gellert (2000) affirme lui aussi que les enseignants qui ont des attitudes plutôt négatives face aux mathématiques ont tendance à enseigner cette matière comme un ensemble de règles et de formules qu'il faut pratiquer à appliquer dans des exercices : « mathematics is the learning of rules and formulas and the execution of a profusion of decontextualised exercises. These exercises provide the unpleasant but necessary drill and practice that leads to success in mathematic » (Schuck, 1995, p. 467; cité dans Gellert, 2000, p. 252).

Bref, les attitudes des enseignants par rapport aux mathématiques influencent leur façon d'enseigner cette matière; les attitudes négatives étant associées à l'enseignement de règles et de formules et non à la compréhension de concepts et à la résolution de problèmes.

1.2.3 Influence des attitudes des enseignants sur celles de leurs élèves

En plus d'influencer leur enseignement, les attitudes des enseignants semblent aussi jouer un rôle sur les attitudes de leurs élèves. Cette influence semble toutefois être prise pour acquis puisqu'elle est souvent mentionnée dans la littérature sans résultats de recherches pour l'appuyer. D'ailleurs Aiken (1976) et Kulm (1980) parlent d'influence « potentielle » et Kulm (1980) ajoute même qu'il y a place pour d'autres recherches à ce sujet. Philippou et Christou (1998), eux, explique que les enseignants avec des attitudes négatives face aux mathématiques influencent inconsciemment les attitudes de leurs élèves de façon négative sans toutefois appuyer leurs propos. Encore plus récemment, Bishop (2001), sans faire référence à aucune recherche en particulier, affirme que l'influence des attitudes des enseignants sur celles des élèves est bien acceptée par les chercheurs : « it is well accepted that teachers' attitudes appear to influence those of students » (Bishop, 2001, p. 238).

Quoique le lien entre les attitudes des enseignants et celles de leurs élèves semble être tenu pour acquis, les résultats de recherches ne confirment pas tous ce lien. Aiken (1976) mentionne d'ailleurs certaines recherches (Caezza, 1970; Van de Walle, 1973; Wess, 1970) qui n'ont pas réussi à établir une corrélation entre les attitudes des enseignants et celles de leurs élèves et Bush (1989) n'a pas réussi, lui non plus, à établir une telle corrélation. Or,

quelques recherches mentionnées par McMillan (1976) semblent avoir démontré un lien entre les attitudes des enseignants et celles des élèves, il y a de cela plus de 30 ans. Phillips (1973), par exemple, a trouvé une corrélation entre les attitudes d'élèves de la fin du primaire par rapport aux mathématiques et celles de leurs enseignants : « Phillips (1973) found a positive correlation between 306 seventh-grade students' attitudes and teacher attitudes toward math » (McMillan, 1976, p. 324). Aiken (1970), quant à lui, a remarqué que les attitudes des enseignants face aux mathématiques jouent le rôle le plus important dans la formation des attitudes des élèves : « Aiken (1970), in a comprehensive review of pupil attitudes toward math, found that teacher enthusiasm and attitude toward math was the most important factor affecting attitude formation » (McMillan, 1976, p. 324).

Même si nous n'avons pas trouvé de recherches plus récentes qui démontrent un lien entre les attitudes des enseignants par rapport aux mathématiques et celles de leurs élèves, nous avons toujours l'impression que ce lien est important. D'ailleurs, même certains grands organismes relevés par Schuck (1997), affirment que les attitudes des enseignants par rapport aux mathématiques peuvent influencer grandement celles des élèves :

The National Statement on Mathematics (Australian Education Council, 1991), and in the USA, the Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics (National Council of Teachers of Mathematics, 1989) all emphasise that not only is it necessary for students to have positive attitudes to mathematics but teachers' attitudes are also important and are quite influential in determining, or swaying, the attitudes of their students. (Schuck, 1997, p. 535).

Les attitudes des enseignants du primaire semblent avoir une plus grande influence sur celles des élèves que celles de leurs collègues du secondaire puisque les attitudes des élèves par rapport aux mathématiques se développent surtout au primaire, selon l'interprétation qu'Aiken (1976) fait des travaux de Callahan (1971) et de Taylor (1970) : « The late elementary and early junior-high³ grades are viewed as being particularly

³ Les années scolaires représentées par les termes « elementary » et « junior-high » varient un peu selon les régions dans lesquelles ces termes sont utilisés. Toutefois, le terme « elementary » représente généralement les premières années du primaire tandis que le terme « junior-high » fait référence aux dernières années du primaire en incluant parfois la 9^e année scolaire, soit le secondaire 3 au Québec.

important to the development of attitude toward mathematics (Callahan, 1971; Taylor, 1970) » (Aiken, 1976, p. 296). Or, Kulm (1980) constate, à partir des travaux de Early (1970) et de Raines (1971), que les enseignants qui choisissent l'enseignement au primaire sont généralement ceux qui possèdent les attitudes les plus négatives. :

Generally, teachers who prefer to teach primary grades have less favorable attitudes toward teaching mathematics than teachers who prefer upper-elementary grades (Early, 1970; Raines, 1971). Of course, this pattern is clearly evident in that high school mathematics teachers are usually the most able in mathematics, choosing to teach it exclusively in preference to other subjects. Apparently, the result is that teachers who can influence student attitudes and achievement in their formative stages may be those who have the poorest attitudes themselves. (Kulm, 1980, p. 37).

Bref, même si les résultats de recherches ne confirment pas tous un lien entre les attitudes des enseignants et les attitudes de leurs élèves, plusieurs chercheurs et certains grands organismes, tel le NCTM, semblent en accord sur le fait que les attitudes des enseignants par rapport aux mathématiques peuvent influencer grandement les attitudes de leurs élèves par rapport aux mathématiques. Ainsi, les attitudes négatives des futurs enseignants du primaire par rapport aux mathématiques pourraient engendrer des attitudes négatives par rapport aux mathématiques chez leurs élèves. Nous allons maintenant voir s'il est possible modifier les attitudes des futurs enseignants de façon positive, dans l'espoir qu'elles influencent positivement à leur tour celles de leurs élèves.

1.2.4 Changement d'attitudes et facteurs qui influencent les attitudes

Plusieurs facteurs peuvent influencer les attitudes d'une personne par rapport aux mathématiques, entre autres, les résultats scolaires, les opportunités d'emplois, l'utilité des notions apprises et les expériences antérieures. D'ailleurs, Mandler (1989), repris par Philippou et Christou (1998), explique que des émotions répétées peuvent susciter une croyance ou une attitude. Ainsi, les attitudes négatives des élèves pourraient être une émergence des échecs qu'ils ont vécus dans leurs cours de mathématiques. Ces attitudes négatives pourraient aussi, selon l'interprétation que Kulm (1980, p. 377) fait des travaux de Brush (1978), être influencées par le fait que les élèves apprennent vite qu'il est moins

accepté socialement d'aimer les mathématiques que le contraire : « Some children seem to learn quite early that it is more acceptable socially not to like mathematics than to like it ». Or, tout comme le disent Philippou et Christou (1998), nous nous retrouvons en présence d'un cercle vicieux puisque certains des élèves qui n'apprécient pas les mathématiques vont à leur tour devenir enseignants et influencer les attitudes des enfants des générations futures.

Pour briser ce cercle vicieux, il nous semble primordial d'essayer de modifier les attitudes des enseignants pour éviter qu'ils ne les transmettent à leurs élèves. Il faut toutefois être conscient que ces attitudes, qui se sont probablement formées à un jeune âge, peuvent être difficiles à modifier, comme le suggère Bishop (2001) dans l'extrait suivant : « The research on attitudes has generally produced interesting results in that it shows how difficult it is to change attitudes of both teachers and students, although it is well accepted that teachers' attitudes appear to influence those of students. » (Bishop, 2001, p. 238). Certaines recherches suggèrent même que les attitudes des futurs enseignants ne sont pas seulement difficiles à changer, mais aussi qu'elles ne sont pas influencées par les cours suivis en formation des maîtres. Thompson (1992), par exemple, mentionne la recherche de Shirk (1973) dans laquelle il ne semble pas y avoir eu de changements de conceptions mathématiques chez les futurs enseignants suivant un cours d'enseignement et d'apprentissage des mathématiques et Lerman (2001, p. 48) affirme que les cours universitaires n'amènent pas les étudiants à reconsidérer leurs croyances face à l'enseignement des mathématiques. Les recherches dans lesquelles aucun changement d'attitudes n'a été observé sont tout de même moins nombreuses que les recherches dans lesquelles les attitudes des étudiants semblent avoir changé. En effet, plusieurs chercheurs suggèrent que la formation universitaire peut avoir une influence sur les attitudes des futurs enseignants par rapport aux mathématiques et à l'enseignement de cette matière. Kulm (1980) affirme d'ailleurs que certaines recherches suggèrent que les attitudes des futurs enseignants des écoles primaires s'améliorent pendant leur formation, surtout dans les cours de didactique (Collier, 1972; Hilton, 1970). Dans la même ligne d'idées, Philippou et Christou (1998), en faisant référence à la recherche de Reys et Delon (1988), expliquent que les cours d'éducation ainsi que les stages en enseignement peuvent influencer les attitudes que les futurs enseignants ont par rapport aux mathématiques. Mais il n'y a pas que les cours

de didactique et les stages qui semblent influencer les attitudes mathématiques des futurs enseignants du primaire. Certains chercheurs qui enseignent des cours de mathématiques à cette clientèle ont démontré que leurs cours aussi peuvent faire une différence. D'ailleurs, Philippou et Christou (1998) remarquent que l'utilisation du contexte historique dans les cours de mathématiques peut amener les futurs enseignants du primaire à avoir une attitude plus positive face aux mathématiques. Jonker (à paraître), quant à lui, remarque qu'un cours de mathématiques où les étudiants sont invités à enseigner ce qu'ils viennent d'apprendre à des élèves de 7^e et de 8^e année augmente la confiance, la motivation et l'intérêt des futurs enseignants du primaire par rapport aux mathématiques.

La résolution de problèmes mathématiques peut aussi jouer un rôle sur les attitudes mathématiques d'étudiants en éducation primaire. Owens et *al.* (1998), par exemple, ont remarqué qu'après un cours de mathématiques basé sur les expériences, les discussions, les généralisations et les applications, les attitudes des futurs enseignants du primaire par rapport aux mathématiques et à l'apprentissage des mathématiques sont beaucoup plus positives, ce qui inclut une augmentation de la confiance en soi. Szydlik, Szydlik et Benson (2003) ont eux aussi remarqué un changement d'attitudes chez les futurs enseignants dans un cours universitaire de mathématiques où la résolution de problèmes était très importante. En effet, la grande majorité des étudiants ont plus confiance en eux-mêmes, sont plus autonomes et sont plus intéressés aux mathématiques à la fin de la session qu'au début de celle-ci. De plus, plusieurs ne voient plus les mathématiques de la même façon puisqu'ils comprennent maintenant les « pourquoi ? » derrière les formules et les algorithmes. Ils ne cherchent donc plus à n'avoir que la bonne réponse, ils veulent aussi comprendre cette réponse. Un élève va même jusqu'à dire qu'il n'enseignera pas comme il pensait le faire avant ce cours : « [The class] has changed my whole attitude as far as school, as far as the way I will teach » (Szydlik, Szydlik et Benson, 2003, p. 273).

Le changement d'attitudes par l'intermédiaire de la résolution de problèmes a aussi été remarqué chez des étudiants qui n'étaient pas inscrits en éducation. Une liste de différents travaux de recherches qui suggèrent que la résolution de problèmes peut engendrer un changement d'attitudes chez les étudiants a d'ailleurs été énumérée par Mohammad Yusof

et Tall (1999). Ces derniers ont aussi effectué eux-mêmes une recherche portant sur les changements d'attitudes en utilisant la résolution de problèmes auprès d'étudiants dont la majeure était en mathématiques, en informatique ou en sciences industrielles. Ils ont remarqué, à la fin de l'expérimentation, que les étudiants faisaient plus de liens entre les idées mathématiques, avaient plus confiance en eux-mêmes, étaient moins anxieux, avaient moins peur et abandonnaient moins vite qu'au début de la session. De plus, pour ces étudiants, les mathématiques faisaient plus de sens, servaient à inventer de nouvelles idées et n'étaient pas seulement limitées à la mémorisation ni à l'obtention des bonnes réponses. Les chercheurs ont toutefois remarqué qu'une telle approche nécessite un temps d'ajustement puisque pendant environ les quatre premières semaines de leur recherche, les étudiants étaient confus et demandaient souvent quoi faire lorsqu'ils ne pouvaient plus avancer : « It took about four weeks in which, little by little, they began to make decisions and think for themselves ». (Mohammad Yusof et Tall, 1999, p. 70). De plus, lorsque l'enseignement n'est plus fait à l'aide de la résolution de problèmes, les étudiants recommencent à penser que les mathématiques sont seulement des faits et des procédures qui s'apprennent par la mémorisation et qu'y travailler ne sert qu'à passer les cours. Ainsi, la résolution de problèmes et l'invention de nouvelles idées prennent moins de place tandis que les bonnes réponses redeviennent importantes pour ces étudiants qui ont continué à suivre des cours de mathématiques après l'expérimentation. Toujours selon Mohammad Yusof et Tall (1999), même si les attitudes des étudiants ont tendance à redevenir comme elles l'étaient avant cette expérience, la confiance et la persistance s'observent encore chez eux et ils ont moins peur de l'inconnu.

Même si la formation initiale des enseignants peut avoir une influence sur leurs attitudes par rapport aux mathématiques et à son enseignement, il ne faut pas s'attendre à ce que les futurs enseignants du primaire adorent les mathématiques après leur formation puisque, selon Kulm (1980), leurs attitudes passent habituellement de négatives à neutres ou à légèrement positives. Il ne faut pas non plus oublier que le changement d'attitude n'est pas une chose facile et que cela prend du temps. Même que Smith (1996) pense qu'un changement drastique de croyances est peu probable et ne devrait pas être souhaité parce que les expériences antérieures sont importantes : « 'the wholesale replacement of beliefs is

neither desirable nor likely to occur' (Smith, 1996, p. 395) since there is much value in past experiences » (Philippou et Christou, 1998, p. 192).

Bref, les attitudes d'une personne par rapport aux mathématiques peuvent être influencées par plusieurs facteurs et, quoique quelques chercheurs ne soient pas d'accord, la formation des maîtres en enseignement primaire semble être un de ces facteurs. Ainsi, avec le temps, la résolution de problèmes mathématiques, par exemple, pourrait augmenter la confiance en soi, l'autonomie et la persévérance, tout en diminuant l'anxiété.

1.2.5 Importance de la résolution de problèmes dans le système scolaire et en formation des maîtres

La résolution de problèmes est au cœur de plusieurs programmes de mathématiques au primaire. Ceux du Nouveau-Brunswick, qui s'inspirent fortement des standards du NCTM, ne font pas exception. Le Ministère de l'Éducation du Nouveau-Brunswick (2000, p. 17) précise d'ailleurs dans les principes didactiques des programmes d'études de mathématiques que les activités mathématiques vécues par un élève devraient moins être axées sur la mémorisation et sur l'application machinale d'algorithmes tout en rejoignant les préoccupations des élèves et en mettant l'accent sur la compréhension des notions, le raisonnement et l'utilisation critique des outils mathématiques. Toujours selon le Ministère de l'Éducation du Nouveau-Brunswick (2000, p. 18), la résolution de problèmes ne permet pas seulement de voir la pertinence, le sens, la puissance et l'utilité des mathématiques, elle est aussi un outil d'apprentissage qui aide à l'« appréhension » et à la « construction des savoirs mathématiques » et qui permet à l'élève, entre autres, d'avoir confiance en lui-même :

[La résolution de problèmes] permet en même temps à ces élèves d'acquérir de la confiance en leur capacité de faire des mathématiques, de développer leur curiosité, leur goût pour l'investigation de même que leur habileté à communiquer mathématiquement et à utiliser des processus de pensée évolués. (Ministère de l'Éducation du Nouveau-Brunswick, 2000, p.18)

Le Ministère de l'Éducation du Nouveau-Brunswick (2000, p. 17) explique aussi que « l'activité mathématique vraie se confond largement avec la résolution de problèmes. Cette

dernière doit donc occuper une place centrale dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques, ce à tous les niveaux ».

La résolution de problèmes n'est pas seulement au cœur des programmes néo-brunswickois, la résolution de « situations-problèmes », terme que nous définirons au prochain chapitre, est aussi un élément clé dans le nouveau programme de formation de l'école québécoise. Le Ministère de l'Éducation du Québec (2004, p. 231) affirme d'ailleurs que « la résolution de situations-problèmes est au cœur des activités mathématiques comme de celles de la vie quotidienne ». La résolution de « situations-problèmes » s'avère aussi importante puisqu'elle est à la fois l'une des trois compétences disciplinaires en mathématiques et un moyen pour développer les deux autres compétences disciplinaires en mathématiques, soient le raisonnement mathématique et la communication mathématique.

La résolution de problèmes mathématiques occupe aussi une place particulière dans les programmes de formation des futurs enseignants du primaire, entre autres, à l'Université de Moncton. D'ailleurs, dans la description des cours de cette université, il est précisé que l'approche d'enseignement privilégiée dans les cours de mathématiques offerts aux étudiants en éducation primaire est celle proposée par le rapport du Mathematical Association of America (MAA) (Répertoire de l'Université de Moncton, 2005-2006, p.271-272). Or, cette approche accorde une importance particulière à la résolution de problèmes en formation des maîtres :

Each course [recommended for prospective elementary school teachers] emphasizes the central role of problem solving in mathematics.[...] Problem solving should be highlighted through appeal to a variety of problem solving strategies in the teaching of the courses. (MAA, 1983, p. 8).

Bref, la résolution de problèmes est considérée comme étant importante, tant dans le système scolaire que dans la formation initiale des enseignants du primaire.

1.3 Questions de recherche

Nous avons vu que les attitudes des enseignants face aux mathématiques semblent influencer leurs pratiques d'enseignement ainsi que les attitudes qu'adoptent leurs élèves. Or, certaines recherches suggèrent que la formation d'attitudes se fait surtout avant l'adolescence, ce qui nous laisse croire que les enseignants du primaire jouent un rôle plus important en ce qui a trait à l'influence des attitudes que leurs collègues du secondaire. Il nous semble donc important que les enseignants du primaire adoptent des attitudes positives par rapport aux mathématiques. Or, nous avons cité plusieurs recherches qui suggèrent que les attitudes des futurs enseignants du primaire par rapport aux mathématiques sont souvent négatives, mais qu'il est possible de modifier ces attitudes avec le temps, entre autres à travers la résolution de problèmes mathématiques.

En plus d'adopter des attitudes positives par rapport aux mathématiques, il nous semble important que les enseignants adoptent des attitudes positives par rapport à la résolution de problèmes puisque celle-ci se retrouve aujourd'hui au cœur des curriculums scolaires de mathématiques. Or, nous n'avons trouvé aucune recherche portant sur les attitudes des enseignants ou des futurs enseignants du primaire, ou même du secondaire, par rapport à la résolution de problèmes mathématiques. Les recherches que nous avons examinées s'attardent plutôt aux attitudes par rapport aux mathématiques de façon plus générale, même celles dont les sujets doivent résoudre des problèmes. Nous nous questionnons donc à propos des attitudes des futurs enseignants du primaire par rapport à la résolution de problèmes mathématiques ainsi qu'à propos de l'évolution de ces attitudes. Plus particulièrement, nous nous demandons si les attitudes d'une personne restent stables, se détériorent ou encore s'améliorent au fil du temps, si les attitudes d'une personne évoluent de la même façon pour tous les aspects de la résolution de problèmes et si les attitudes par rapport à la résolution de problèmes sont les mêmes et évoluent de la même façon pour tous les étudiants.

Question 1 : Quelles sont les attitudes des futurs enseignants du primaire par rapport à la résolution de problèmes mathématiques?

Question 2 : Comment évoluent les attitudes des futurs enseignants du primaire par rapport à la résolution de problèmes dans le cadre d'un cours de mathématiques⁴?

⁴ Nous décrivons le cours en question à la section 3.3.3.

CHAPITRE II

CADRE THÉORIQUE

Dans la problématique, nous avons relevé l'importance des attitudes des enseignants par rapport aux mathématiques ainsi que l'importance de la résolution de problèmes dans les programmes scolaires. Ces deux concepts, soit les attitudes et la résolution de problèmes, seront très importants dans ce travail puisque nous nous attarderons aux attitudes des futurs enseignants du primaire en résolution de problèmes mathématiques. Nous allons donc, dans ce chapitre, faire un survol des différentes définitions d'attitudes et de problèmes pour ensuite formuler nos propres définitions qui seront utilisées dans la suite de ce mémoire. En nous basant sur nos définitions, nous préciserons ensuite les aspects de la résolution de problème que nous avons retenus pour notre recherche.

2.1 Définitions d'attitudes

Les chercheurs qui se sont intéressés à ce que nous considérerons comme des « attitudes⁵ » utilisent parfois des termes tels qu'« émotions », « croyances », « valeurs », « intérêts » et « conceptions ». Ces mots, ou certains d'entre eux sont parfois utilisés comme synonymes, mais il arrive que des distinctions soient établies entre eux. McLeod (1992), par exemple, distingue les mots « croyance », « attitude » et « émotion » sur quatre différents plans, soit la stabilité, l'intensité, l'implication affective et l'implication cognitive :

we can think of beliefs, attitudes, and emotions as representing increasing levels of affective involvement, decreasing levels of cognitive involvement, increasing levels

⁵ Certains auteurs parlent de l'« attitude » générale d'une personne tandis que d'autres parlent de différentes « attitudes » qu'une personne adopte. Dans ce travail, nous traiterons des différentes attitudes qu'une personne adopte.

of intensity of response, and decreasing levels of response stability (McLeod, 1992, p. 579).

Selon McLeod (1992), les émotions, par exemple la joie et la frustration, sont intenses, ne prennent pas longtemps à se former, ne sont pas de longues durées et sont reliées au côté affectif d'une personne. Les croyances à propos des mathématiques, de soi-même, de l'enseignement des mathématiques ou encore du contexte social, quant à elles, se développent beaucoup plus lentement, demeurent plus longtemps, sont beaucoup moins intenses et sont reliées au côté cognitif d'une personne. Enfin, toujours selon McLeod (1992), les attitudes, comme ne pas aimer faire des preuves ou encore préférer apprendre par découverte, se situent entre les émotions et les croyances, à la fois au niveau de la stabilité, de l'intensité, de l'implication affective et de l'implication cognitive.

Les différents mots utilisés pour d'écrire l'état d'esprit d'une personne ne sont pas reliés entre eux de la même façon par les chercheurs, et ces derniers ne les définissent pas non plus de la même façon. Le mot « attitude » ne fait pas exception. En effet, les définitions de ce mot retrouvées dans les articles de recherche ou encore dans les compilations de recherches se distinguent de plusieurs façons. Certains auteurs (Evans *et al.*, 2003; Ruffell, Mason et Allen, 1998; Zan et Di Martino, 2003), par exemple, font la distinction entre deux grandes catégories de définitions, soit les définitions « simples » qui ne prennent en considération qu'une seule « composante » d'une attitude, soit la composante affective, et les définitions dites « multidimensionnelles » qui font plutôt référence à trois composantes d'une attitude, soit les composantes affective, cognitive et comportementale.

Dans les définitions « simples », une attitude est perçue comme une disposition émotive positive ou négative (Zan et Di Martino, 2003, p. 3) et est en quelque sorte synonyme de plaisir, d'intérêt ou encore d'anxiété (Aiken, 1972, repris par Kulm, 1980). La définition d'une attitude par rapport aux mathématiques scolaires présentée par Haladyna, Shaughnessy et Shaughnessy (1983, p. 20) en est un exemple : « Attitude toward mathematics is defined as a general emotional disposition toward the school subject of mathematics ».

Les définitions « multidimensionnelles » du mot « attitude », elles, s'attardent à la fois aux émotions, aux croyances et aux comportements d'une personne (Hart, 1989, p. 39; Ruffell, Mason et Allen, 1998, p. 2), telle la définition présentée par Lafortune et St-Pierre (1994), qui reprend Legendre (1993) :

Une attitude est un état d'esprit (sensation, perception, idée, conviction, sentiment, préjugé...), une disposition intérieure acquise à l'égard de soi ou de tout élément de son environnement (personne, chose, situation, événement, idéologie, mode d'expression...) qui incite à une manière d'être ou d'agir favorable ou défavorable. (Lafortune et St-Pierre, 1994, p. 46)

Simon et Schifter (1993) semblent aussi adhérer à une définition multidimensionnelle d'une attitude puisqu'ils divisent les changements d'attitudes que des enseignants ont remarqués chez leurs élèves en trois différentes catégories, soient les changements cognitifs, affectifs et sociaux. À première vue, la troisième catégorie ne semble correspondre à aucune des trois composantes d'une définition multidimensionnelle telles que présentées plus tôt (les composantes affective, cognitive, comportementale). Cependant, les changements sociaux observés par les enseignants étant reliés aux comportements que les élèves adoptent en salle de classe, par exemple la coopération, le partage et le respect d'idées, la troisième catégorie se rattache à la composante comportementale.

Certains chercheurs définissent aussi le mot « attitude » en se servant seulement de deux des composantes de la définition multidimensionnelle telles que présentées plus tôt, soient la composante affective et la composante cognitive. Le comportement représente alors une conséquence d'une attitude et non une composante de celle-ci (Evans *et al.*, 2003). En s'inspirant de Daskalogianni et Simpson (2000), Di Martino et Zan (2002), par exemple, présentent une définition d'une attitude comme étant les émotions et les croyances d'une personne par rapport à un sujet sans toutefois mentionner le comportement de la personne : « the pattern of beliefs and emotions regarding a certain subject » (Zan et Di Martino, 2003, p. 4).

Quoique la présence ou non de certaines dimensions dans les définitions du mot « attitude » ait été relevée par certains auteurs comme une différence importante, nous

remarquons d'autres différences entre certaines définitions retrouvées dans la littérature. Entre autres, certaines définitions d'« attitudes » se distinguent sur le sens attribué au mot « perception », soit la perception par l'esprit ou la perception par les sens. Romberg et Wilson (1969), par exemple, semblent faire référence à la perception par les sens lorsqu'ils expliquent que la perception peut être influencée par l'état d'esprit de la personne tandis que Lafortune et St-Pierre (1994) semblent faire référence à la perception par l'esprit puisque, pour elles, la perception fait partie de l'état d'esprit de la personne.

If an individual has a set of predispositions toward an object in the environment (e.g. mathematics, self, school, teacher, etc.), it is reasonable to expect that such predispositions would interact with the perception of the object in such a way as to affect the individual's response to that object. (Romberg et Wilson, 1969, p. 151, cité par Kulm, 1980, p. 357)

Une attitude est un état d'esprit (sensation, perception, idée, conviction, sentiment, préjugé...), une disposition intérieure acquise à l'égard de soi ou de tout élément de son environnement (personne, chose, situation, événement, idéologie, mode d'expression...) qui incite à une manière d'être ou d'agir favorable ou défavorable. (Lafortune et St-Pierre, 1994, p. 46)

Ce double sens attribué à la « perception » se retrouve aussi dans les dictionnaires. Par exemple, sur le site Internet du grand dictionnaire terminologique, la définition psychologique du mot « percevoir » fait référence à la fois à l'esprit et aux sens : « Prendre conscience par l'esprit et par les sens d'événements ou d'objets qui provoquent des sensations difficiles à analyser ».

Dans plusieurs définitions d'une attitude, il n'y a pas non plus mention des expériences antérieures de la personne. Or, pour Allport (1935), l'état d'esprit d'une personne est influencé par son expérience :

An attitude is a mental and neural state or readiness, organized through experience, exerting a directive or dynamic influence upon the individual's response to all objects and situations with which it is related (Allport, 1935, p. 810, reporté dans Kulm, 1980, p. 356)

De plus, les « choses » à l'égard desquelles une personne peut adopter une attitude ne semblent pas être les mêmes d'une définition à l'autre. Certaines définitions laissent entendre qu'une attitude peut seulement être par rapport à un objet ou une situation (Rokeach, 1972; Allport, 1935). D'autres chercheurs précisent davantage en donnant plus d'exemples ou encore en présentant certaines catégories à l'égard desquelles une attitude peut être adoptée. Lafortune et St-Pierre (1994), par exemple, affirme qu'une attitude peut être adoptée par rapport à soi-même, une autre personne, une chose, une situation, un événement, une idéologie, un mode d'expression ou autre. Plus spécifiquement en ce qui a trait aux mathématiques, Kulm (1980) affirme quant à lui qu'une attitude mathématique peut être adoptée à l'égard du contenu mathématique spécifique, des caractéristiques mathématiques telles que l'utilité des mathématiques, l'élégance de celles-ci ou encore leur niveau de difficulté, des pratiques d'enseignement, de certaines activités ou encore de l'enseignant de mathématiques.

Selon Kulm (1980), en s'inspirant de la taxonomie de Krathwohl, Bloom et Masia (1964), Bloom, Hastings et Madaus (1971) précisent aussi qu'une personne peut être consciente de ses attitudes à différents niveaux. Une personne peut avoir un comportement qui ne fait que répondre à un stimulus, sans qu'elle soit vraiment consciente de son attitude, mais elle peut aussi être pleinement consciente de ses attitudes et être en mesure d'en parler de manière explicite.

2.2 Notre définition d'attitude

Après avoir fait un survol des différentes définitions retrouvées dans la littérature, nous avons décidé de définir le mot « attitude » à l'aide des trois composantes d'une définition multidimensionnelle tout en prenant en considération que la perception d'une personne fait partie de son état d'esprit et que les « choses » par rapport auxquelles une personne peut adopter une attitude peuvent être très variées. L'aspect d'organisation à travers les expériences soulevé par Allport (1935) (reporté par Kulm (1980)) nous semble aussi important puisque nous pensons qu'il n'est pas possible pour une personne d'avoir une attitude par rapport à un objet, une situation ou autre avec lequel (laquelle) elle n'a jamais eu

d'expérience antérieure ou qu'elle n'en connaisse pas l'existence. Nous ajoutons aussi à notre définition l'idée qu'un individu peut ne pas être conscient des attitudes qu'il adopte ou encore, être très conscient de celles-ci, idée que Bloom, Hastings et Madaus (1971) ont développée en s'inspirant de la taxonomie proposée par Krathwohl, Bloom et Masia (1964) (reporté par Kulm (1980)).

En d'autres mots, une attitude, pour nous, est un état d'esprit, ce qui inclut les croyances, les perceptions et les sentiments, qu'un individu adopte par rapport à une personne, une situation, une idée, un objet ou autre (Lafortune et St-Pierre, 1994). Cette disposition intérieure peut être influencée par ses expériences antérieures et ses connaissances (Allport, 1935) et il se manifeste dans les comportements de la personne qu'ils soient favorables ou non (Lafortune et St-Pierre, 1994). Cependant, l'individu n'est pas toujours conscient des attitudes qu'il adopte (Bloom, Hastings et Madaus, 1971, dans Kulm, 1980).

Tout comme pour Simon et Schifter (1993), les attitudes ont pour nous trois composantes : les attitudes cognitives, comme croire que la mémorisation est importante ou encore qu'un problème peut admettre plus d'une solution, les attitudes affectives, comme la joie ou la frustration, et les attitudes sociales, comme aimer résoudre un problème avec un ami ou encore ne pas aimer discuter de sa solution avec les autres. Les attitudes que nous appelons « cognitives » rejoignent ce que certains auteurs appellent « perceptions » ou « croyances » tandis que les attitudes « affectives » incluent les « sentiments » et les « émotions ».

Comme nous allons nous attarder aux attitudes des futurs enseignants par rapport aux problèmes mathématiques, avant d'aller plus loin, il nous faut définir ce que nous entendons par « problème ».

2.3 Définitions d'un problème

Comme nous l'avons vu plus dans la section 1.2.5, la résolution de problèmes est au cœur de plusieurs programmes de mathématiques, entre autres au Québec et au Nouveau-

Brunswick. Elle préoccupe les enseignants de mathématiques et les chercheurs en didactique des mathématiques depuis plusieurs années. Au fil du temps, la notion de problème s'est prêtée à plusieurs définitions et interprétations et différentes expressions comme « situation-problème », « situation », « tâche » et « exercice » ont été introduites parfois comme synonymes de problème, parfois non (Lajoie et Bednarz, 2000).

Nous allons ici présenter plusieurs définitions d'un « problème » retrouvées dans la littérature afin de pouvoir mieux construire notre propre définition. Commençons par la définition proposée par le NCTM (National Council of Teachers of Mathematics), une association qui produit régulièrement divers documents de référence dont plusieurs programmes d'études en mathématiques s'inspirent, en particulier le programme d'études en mathématiques du Nouveau-Brunswick. Le NCTM (2000) définit un problème comme étant une situation où l'élève ne connaît pas, a priori, de méthode de résolution et où il doit utiliser ses connaissances antérieures pour arriver à une solution. Un problème devrait aussi demander de l'effort de la part de l'élève et lui permettre de développer de nouvelles connaissances mathématiques et un certain raisonnement mathématique tout en lui permettant de devenir persévérant, curieux et confiant face à de nouveaux problèmes ou de nouvelles situations. Toujours selon le NCTM (2000) les problèmes présentés à un élève devraient porter sur différents contenus mathématiques et nous devrions y retrouver une variété de contextes, ce qui permettrait à l'élève de se familiariser avec différentes stratégies de résolution, par exemple : l'utilisation de diagrammes, l'énumération de toutes les possibilités, la recherche de modèle, le travail à rebours, l'essai-erreur ainsi que l'étude d'un problème équivalent ou plus simple. Dans un document moins récent, qui porte spécifiquement sur la résolution de problèmes dans les écoles, le NCTM (1980) précise aussi que la résolution de problèmes mathématiques n'est pas seulement réservée aux doués, qu'elle est pour tous les élèves, mais que la majorité des élèves ont besoin de directives claires et de pratique pour y devenir habiles et que ce processus prend du temps. La persévérance est donc préconisée indirectement par le NCTM (1980), pas la persévérance à un problème en particulier, mais la persévérance en résolution de problème de façon générale.

Dans ses nouveaux programmes d'études, le Ministère de l'Éducation du Nouveau-Brunswick (MENB) (2000) ne définit pas clairement ce qu'il entend par « problème », ni par « situation-problème », deux termes qui semblent d'ailleurs être utilisés dans le même sens⁶. Au lieu de définir ces termes, le MENB (2000) semble plutôt décrire ce que la résolution de problèmes devrait développer chez les élèves tout en affirmant s'inspirer des standards du NCTM (1989) pour écrire ses orientations, incluant celle qui porte sur les situations-problèmes.

Un problème devrait, selon le MENB (2000), permettre aux élèves de voir le sens, la pertinence, la puissance et l'utilité des mathématiques tout en développant, entre autres, la confiance, la curiosité et des habiletés de communication mathématique. Toujours selon le MENB (2000, p. 17, p. 18), un problème devrait « rejoindre les préoccupations des élèves » et être « bien adaptée » à leurs « capacités ». De plus, les contextes dans lesquels les problèmes sont présentés peuvent soit être réels, réalistes ou encore « « purement » mathématique » (p. 18). Les élèves devraient aussi être en mesure d'analyser, d'élaborer, de formuler, de vérifier, d'interpréter et de généraliser lors de la résolution d'un problème :

« Elle constitue d'abord un **objet d'apprentissage** comme tel, les élèves devant en effet pouvoir :

- analyser les données de problèmes diversifiés et élaborer puis appliquer des stratégies pour les résoudre;
- reconnaître et formuler des problèmes à partir de situations quotidiennes et de situations mathématiques;
- vérifier et interpréter les résultats au regard de la situation ou du problème original;
- généraliser les solutions comme les stratégies afin de les appliquer à de nouvelles situations, à des problèmes nouveaux. » (MENB, 2000, p. 17)

⁶ Le MENB (2000) utilise le terme « problème » tout au long de sa description de l'orientation « gérer et résoudre des situations-problèmes ».

Dans un guide pédagogique portant sur la résolution de problèmes en mathématiques, le Ministère de l'Éducation du Québec (1988) précise quant à lui qu'un « problème⁷ » crée un déséquilibre cognitif chez l'élève, en ce sens que ce dernier doit chercher une méthode pour le résoudre, contrairement à un exercice, pour lequel la méthode à utiliser pour le résoudre se voit immédiatement. Le Ministère de l'Éducation du Québec (1988) précise aussi qu'un énoncé peut constituer un problème pour certains élèves, et un exercice pour d'autres, et qu'un enseignant peut donner un énoncé qu'il considère comme étant un exercice, alors que l'énoncé en question peut s'avérer être un problème pour les élèves, ou vice-versa. Hitt (2004) mentionne aussi cette « désignation locale » (p. 352) d'un problème lorsqu'il distingue un problème d'un exercice. Pour lui, un exercice est un énoncé pour lequel une personne a déjà établi une procédure de résolution tandis qu'un problème est un énoncé pour lequel une personne doit établir des liens entre différentes représentations pour être en mesure de le résoudre. La distinction entre problème et exercice est donc au niveau des liens établis antérieurement par une personne et non au niveau des caractéristiques de l'énoncé lui-même. En se basant sur cette définition, il semble difficile de savoir si un énoncé s'avèrera un problème ou un exercice pour une personne avant de lui présenter.

Plus récemment, dans le « Programme de formation de l'école québécoise », le Ministère de l'Éducation du Québec (2001) introduit la notion de « situation-problème ». Comme nous l'avons déjà mentionné, résoudre une situation-problème est une activité primordiale dans ce nouveau programme de mathématique puisqu'elle est à la fois une compétence à développer et un outil qui permet de développer les autres compétences. La compétence « résoudre une situation-problème mathématique » consiste à interpréter les données d'une situation-problème et à en faire une modélisation afin de trouver une solution en utilisant différentes stratégies et en faisant appel à la pensée créatrice. L'apprenant doit par la suite analyser l'efficacité des stratégies utilisées tout en validant sa solution et en la partageant avec les autres. Selon le Ministère de l'Éducation du Québec (2001), une situation-problème n'est pas un simple exercice, mais s'avère plutôt un défi qui se résout en

⁷ Le Ministère de l'Éducation du Québec précise que certains auteurs utilisent « problème », « situation problématique » et « situation-problème » comme des synonymes.

raisonnant et en cherchant sans toutefois être hors de la portée des élèves. Les élèves doivent, lors de la résolution d'une situation-problème, vérifier, expliquer et valider leur raisonnement tout en ayant anticipé leurs résultats, effectué des retours en arrière et des jugements critiques. La réflexion métacognitive devrait aussi faire partie du processus de résolution d'une situation-problème. Toujours selon le Ministère de l'Éducation du Québec (2001), le contexte d'une situation-problème doit intéresser les élèves et peut être familier, réel, réaliste ou encore purement mathématique. De plus, un énoncé peut ne pas contenir toutes les données ou encore contenir des données non nécessaires à la résolution d'une situation-problème.

Cette définition d'une situation-problème présentée par le Ministère de l'Éducation du Québec est inspirée d'Astolfi (1993, p. 319), qui définit une situation-problème comme suit :

- Une situation-problème est utilisée pour franchir un obstacle « préalablement bien identifié ».
- Une situation-problème doit être comme une énigme à résoudre et elle doit inciter des conflits cognitifs chez l'élève sans toutefois être hors de sa portée.
- La méthode de résolution d'une situation-problème n'est pas connue par l'élève au départ, il doit donc utiliser ses connaissances antérieures pour construire de nouvelles idées tout en anticipant ses résultats et en faisant des hypothèses et des conjectures.
- La situation-problème se résout « sur le mode du débat scientifique à l'intérieur de la classe, stimulant les conflits socio-cognitifs potentiels », ce qui amène aussi à la validation et la sanction de la solution.
- Une mise en commun permet une réflexion métacognitive portant sur les « stratégies qu'ils ont mis en œuvre de façon heuristique, et à les stabiliser en processus disponibles pour de nouvelles situation-problème ».

Voici un tableau qui permet de comparer les définitions d'une situation-problème d'Astolfi (1993) et du Ministère de l'Éducation du Québec (2001) ainsi que les définitions de problème proposées par le NCTM (2000) et le Ministère de l'Éducation du Nouveau-Brunswick (2000). Nous remarquons que la définition proposée par le MEQ rejoint beaucoup la définition d'Astolfi tandis que celle du MENB rejoint moins celle du NCTM, et ce, même s'il affirme s'en inspirer.

Tableau 2.1 – La comparaison des différentes définitions d'un problème et d'une situation-problème

Astolfi (1993, p. 319)	Programme QC (2001, p. 126; 2004, p. 237)	NCTM (2000, p. 52-54)	NTCM (1989, p. 23, 75-76)	Programme NB (2000, p. 17-18)
Une situation-problème est organisée autour du franchissement d'un obstacle par la classe, obstacle préalablement bien identifié .	représente un défi à la portée de l'élève <i>organisées autour d'obstacles à franchir</i>			
L'étude s'organise autour d'une situation à caractère concret , qui permette effectivement à l'élève de formuler hypothèses et conjectures . Il ne s'agit donc pas d'une étude épurée, ni d'un exemple ad hoc, à caractère illustratif, comme on en rencontre dans les situations classiques d'enseignement (y compris en travaux pratiques).	est contextualisée <i>obstacles à franchir, à propos desquels l'élève formule des conjectures</i>			activités authentiquement mathématiques qui rejoignent les préoccupations des élèves pour contribuer au développement de leur compréhension des notions, de leur habiletés à raisonner et de leur expérience dans l'usage intelligent des outils mathématiques.

<p>Les élèves perçoivent la situation qui leur est proposée comme une véritable énigme à résoudre, dans laquelle ils sont en mesure de s'investir. C'est la condition pour que fonctionne la dévolution : le problème, bien qu'initialement proposé par le maître, devient alors "leur affaire".</p>	<p>doit susciter son intérêt et son adhésion et l'inciter à se mobiliser pour élaborer une solution</p>		<p>When mathematics evolves naturally from problem situations that have meaning to children and are regularly related to their environment, it becomes relevant and helps children link their knowledge to many kinds of situations</p> <p>can establish a « need to know » and foster the motivation for the development of concepts</p>	
<p>Les élèves ne disposent pas, au départ, des moyens de la solution recherchée, en raison de l'existence de l'obstacle qu'ils doivent franchir pour y parvenir. C'est le besoin de résoudre qui conduit les élèves à élaborer ou à s'approprier</p>	<p>L'objectif visé ne saurait être atteint d'emblée car il ne s'agit pas d'un exercice d'application. Sa quête suppose, au contraire, raisonnement, recherche et mise en</p>	<p>the solution method is not known in advance</p>	<p>Develop and apply strategies to solve problems, with emphasis on multistep and nonroutine problems</p>	<p>analyser les données de problèmes diversifiés et élaborer puis appliquer des stratégies pour les résoudre</p> <p>des problèmes non routiniers et dont la</p>

collectivement les instruments intellectuels qui seront nécessaires à la construction d'une solution.	place de stratégies mobilisant des connaissances. <i>permet à l'élève :</i>			solution peut exiger le passage par plusieurs étapes
La situation doit offrir une résistance suffisante , amenant l'élève à y investir ses connaissances antérieures disponibles ainsi que des représentations , de façon à ce qu'elle conduise à leur remise en cause et à l'élaboration de nouvelles idées .	<i>d'explorer, d'inventer, de construire, d'élargir, d'approfondir, d'appliquer et d'intégrer des concepts et des processus mathématiques; d'acquérir les habiletés intellectuelles nécessaires au développement de la pensée et de la démarche mathématiques</i>	Solve complex problems that require a significant amount of effort In order to find a solution, students must draw on their knowledge , and through this process, they will often develop new mathematical understandings .	Demand extended effort to solve	
Pour autant, la solution ne doit pourtant pas être perçue comme hors d'atteinte pour les élèves . la situation-problème n'étant pas une situation à caractère problématique. L'activité doit travailler dans une zone proximale. propice au défi intellectuel à relever et à l'intériorisation des « règles du jeu » .	représente un défi à la portée de l'élève			bien adaptée aux capacités des élèves

L'anticipation des résultats et son expression collective précèdent la recherche effective de la solution, le « risque » pris par chacun faisant partie du « jeu ».	processus dynamique impliquant anticipations , retours en arrière et jugement critique	students are encouraged to explore. take risks , share failures and successes, and question one another		
Le travail de la situation-problème fonctionne ainsi sur le mode du débat scientifique à l'intérieur de la classe , stimulant les conflits socio-cognitifs potentiels.				
La validation de la solution et sa sanction n'est pas approchée de façon externe par l'enseignant, mais résulte du mode de structuration de la situation elle-même .	engage-t-elle l'élève dans une suite d'opérations de décodage, de modélisation, de vérification, d'explications et de validation		Verify and interpret results with respect to the original problem situation	vérifier et interpréter les résultats au regard de la situation ou du problème original
Le réexamen collectif du cheminement parcouru est l'occasion d'un retour réflexif , à caractère métacognitif ; il aide les élèves à conscientiser les stratégies qu'ils ont mis en oeuvre de façon heuristique, et à les stabiliser en processus disponibles pour de nouvelles situation-problème.	inclure une préoccupation à l'égard de la réflexion métacognitive <i>propice au développement d'une pratique réflexive</i>	should then be encouraged to reflect on their thinking Good problem solvers become aware of what they are doing and frequently monitor, or self-assess, their progress or adjust their	Generalize solutions and strategies to new problem situation student should share their thinking and approaches with other students and with teachers	Généraliser les solutions comme les stratégies afin de les appliquer à de nouvelles situations , à des problèmes nouveaux.

		strategies as they encounter and solve problems (<i>metacognition</i>)		
	peuvent faire intervenir l'arithmétique, la géométrie, la mesure, la probabilité et la statistique <i>s'applique aux différents champs mathématiques</i>	Problem solving in mathematics should involve all the five content areas described in these Standards	involving topics such as probability, statistics, geometry, and rational numbers	
	portent tantôt sur des questions pratiques plus ou moins familières , issues de situations réelles ou réalistes , tantôt sur des questions purement mathématiques <i>sont inspirées des autres disciplines, de l'environnement de l'élève, des domaines généraux de formation ou du contexte historique dans lequel a évolué la mathématique</i>	The contexts of problems can vary from familiar experiences involving students' lives or the school day to applications involving the sciences or the world of work .	diverse and complex problems that arise from both real-world and mathematical contexts	à caractère non seulement réel ou réaliste , mais aussi plus " purement " mathématique

	leur énoncé comporte des données complètes, superflues, implicites ou manquantes		Allow students so experience problems with « messy » numbers or too much or not enough information	
	<i>peuvent conduire à un ou plusieurs résultats ou, au contraire, ne mener nulle part</i>		That have multiple solutions , each with different consequences	
	<i>recourir à son intuition, à son sens de l'observation, à son habileté manuelle et à sa capacité d'écouter et de s'exprimer</i> <i>prendre conscience de ses capacités et d'adopter une attitude de respect à l'égard du point de vu des autres</i> sollicite la pensée créatrice [...] à rechercher l' efficacité dans son travail	students should acquire ways of thinking , habits of persistence and curiosity , and confidence in unfamiliar situations	They gain confidence in doing mathematics and develop persevering and inquiring minds . They also grow in their ability to communicate mathematically and use higer- level thinking processes.	confiance en leur capacité de faire des mathématiques, curiosité , goût pour l' investigation , habileté à communiquer mathématiques et utiliser des processus de pensée évolus
		Students should have frequent opportunities to formulate .	formulate problems from situations within and	reconnaître et formuler des problèmes à partir de situations

		grapple with, and solve complex problems	outside mathematics	quotidiennes et de situations mathématiques
		Problem solving can and should be used to help students develop fluency with specific skills	provide the context in which concepts and skills can be learned	moyen d'apprentissage, efficace dans l'appréhension et la construction des concepts comme des outils mathématiques.
		Different strategies are necessary as students experience a wider variety of problems	Should learn several ways of representing problems and strategies for solving them	
			Students experience the power and usefulness of mathematics in the world around them	Découvrent le sens et la pertinence de l'outil que l'on met à leur disposition Lieu d'expérience de la puissance et de l' utilité des mathématiques
			They should learn to value the process of solving problems as much as they value the solutions	

En plus des différentes définitions de « situation-problème » et de « problème », certains auteurs font la distinction entre différents types de problèmes. D'ailleurs, dans un article paru quelques années après le début de l'implantation du « Programme de formation de l'école québécoise », Pallascio (2005) fait la distinction entre une situation-problème et un « problème d'application ». Selon Pallascio (2005), une situation-problème permet à l'élève de construire de nouvelles connaissances, de découvrir de nouveaux concepts ou encore de formuler de nouvelles règles et elle est présentée avant l'enseignement d'une nouvelle notion mathématique. L'élève doit donc résoudre la situation-problème en cherchant, en créant, en analysant, en synthétisant et en justifiant. Un problème d'application est présenté, quant à lui, après l'enseignement de notions mathématiques pour que l'élève applique ces nouvelles connaissances avec rigueur et précision. Lors de la résolution d'un tel problème, l'élève ne fait qu'exécuter une stratégie déjà apprise.

Charnay (1992-1993) fait lui aussi une brève distinction entre plusieurs sortes de problèmes dans un article destiné aux enseignants. Tout comme Pallascio (2005), il distingue une « situation-problème » qui a pour but la construction de nouvelles connaissances des problèmes qui se résolvent après l'apprentissage de connaissances. Or, contrairement à Pallascio (2005), Charnay (1992-1993) distingue divers types de problèmes qui se résolvent après l'apprentissage. Il y a les « problèmes de réinvestissement » qui permettent à l'élève d'utiliser des connaissances déjà apprises, les « problèmes de transfert » qui encouragent « l'extension du champ d'utilisation d'une notion déjà étudiée », les « problèmes d'intégration » où l'élève doit utiliser plusieurs « catégories de connaissances » et les « problèmes d'évaluation » qui servent à vérifier la maîtrise des connaissances.

Charnay (1992-1993) distingue aussi la situation-problème d'un « problème ouvert ». La « situation-problème », comme nous l'avons déjà dit, met l'accent sur la construction de nouvelles connaissances tandis que le « problème ouvert », lui, vise « à développer un comportement de recherche et des capacités d'ordre méthodologique », c'est-à-dire qu'il met l'accent sur la méthodologie utilisée et non sur les connaissances à développer.

La notion de « problème ouvert » à laquelle Charnay (1992-1993) fait référence a été proposée par Arsac, Germain et Mante (1988). Selon eux, le problème ouvert permet à l'élève d'utiliser une « démarche scientifique » qui comprend des essais, des conjectures, des tests et des preuves. Ce genre de problème ne donne aucune piste sur la méthode à utiliser ni sur la solution à trouver. Il n'y a donc pas de questions intermédiaires ou de questions suggérant qu'une démonstration devrait être faite. De plus, la difficulté du problème ne doit pas se retrouver dans la compréhension de l'énoncé, c'est pourquoi l'énoncé d'un problème ouvert est court et le domaine conceptuel utilisé est assez familier aux élèves. Arsac, Germain et Mante (1988) font la distinction suivante entre un problème ouvert et une situation-problème : « l'accent peut être mis, soit sur l'activité de résolution elle-même, ce qui conduit au problème ouvert, soit sur la construction de connaissances nécessaires à la résolution du problème, ce qui conduit à la situation-problème » (p. 3). Charnay (1992-1993), lui, ajoute que le même problème ouvert peut être présenté aux apprenants à plus d'une reprise, dans ce cas, certains auraient la chance d'utiliser une stratégie qui a été mentionnée dans les échanges avec d'autres, mais qu'ils n'ont jamais utilisée.

Même si Charnay (1992-1993) fait une distinction entre plusieurs sortes de problèmes, il précise qu'un énoncé n'est pas nécessairement relié à une seule sorte de problème. D'ailleurs, « un même énoncé peut, selon le moment où il est proposé, selon les connaissances initiales des élèves, relever de l'une ou l'autre des catégories » présenté par Charnay (1992-1993). Les notions de problèmes de réinvestissement, de problème de transfert, de problème d'intégration, de problème d'évaluation, de situation-problème et de problème ouvert sont donc relatives à la clientèle et au temps d'enseignement auquel l'énoncé est présenté. En autres mots, le type de problèmes d'un énoncé dépend des connaissances antérieures des apprenants.

Voici un tableau qui résume les distinctions que font Pallascio (2005), Charnay (1992-1993) et Arsac, Germain et Mante (1988) entre les différentes sortes de problèmes :

Tableau 2.2 – Résumé des différents types de problèmes selon différents auteurs

Problème de réinvestissement (Charnay, 92-93)	Problème de transfert (Charnay, 92-93)	Problème d'intégration (Charnay, 92-93)	Problème d'évaluation (Charnay, 92-93)	Situation-problème (Charnay, 92-93)	Problème ouvert (Charnay, 92-93)
utilisation de connaissances déjà étudiées	extension du champ d'utilisation d'une notion déjà étudiée	utilisation conjointe de plusieurs catégories de connaissances	faire le point sur la manière donc les connaissances sont maîtrisées	construction de nouvelles connaissances	développement de compétences méthodologiques

Problème d'application (Pallascio, 2005, p. 33)	Situation-problème (Pallascio, 2005, p. 33)	
Appliquer de nouvelles connaissances avec rigueur et précision	construire de nouvelles connaissances. découvrir de nouveaux concepts. formuler de nouvelles règles	
Après	avant	

				Situation-problème (Arsac, Germain et Mante, 1988, p. 3)	Problème ouvert (Arsac, Germain et Mante, 1988, p. 3)
				Accent mis sur construction de connaissances	Accent mis sur l'activité de résolution elle-même

2.4 Notre définition d'un problème

À la lumière des différents types de problèmes et des différentes définitions retrouvées dans la littérature, précisons ce que nous entendrons par « problème » pour le reste de ce mémoire. Premièrement, nous pensons qu'il devrait y avoir apprentissage lors de la résolution d'un problème. Cet apprentissage peut être la construction de nouvelles connaissances comme dans une situation-problème définie par Astolfi (1993), par le MEQ (2001) et par Pallascio (2005) ou encore la construction de nouveaux liens entre des connaissances antérieures, ce qui rejoint les problèmes de transfert et d'intégration expliqués par Charnay (1992-1993). Dans le premier cas, le problème devrait être présenté avant l'enseignement pour que les connaissances à acquérir soient construites tandis que dans le deuxième cas, le problème est présenté après l'enseignement des connaissances. L'apprentissage effectué lors de la résolution de problèmes pourrait aussi être relié à la façon de résoudre un problème comme c'est le cas dans un problème ouvert, idée développée par Arsac, Germain et Mante (1988) et repris par Charnay (1992-1993). Dans ce cas, le problème peut être présenté soit avant ou après l'enseignement de notions mathématiques puisque le problème a pour but de développer la méthodologie et non les connaissances mathématiques.

Pour qu'il y ait apprentissage, la résolution de la tâche demandée ne devrait pas se résoudre sans réflexion sans pour autant être « impossible » pour l'apprenant, ce qui rejoint les propos du MEQ (2001), d'Astolfi (1993) et du MENB (2000) lorsqu'ils parlent respectivement de « défi à la portée des élèves », « défi intellectuel » et problème « bien adaptée aux capacités des élèves ». En effet, selon nous, si la tâche demandée se résout sans réflexion, l'apprenant a seulement à appliquer machinalement des connaissances antérieures. Il résout donc un exercice au sens du MEQ (1988), un problème de réinvestissement tel que défini par Charnay (1992-1993) ou encore un problème d'application selon Pallascio (2005), ce qui ne fait pas partie de notre définition de problème puisqu'il n'y a pas d'apprentissage. Dans un exercice, les méthodes de résolution sont déjà connues par l'apprenant et il ne fait que les appliquer. Ainsi, dans une résolution de problème, selon nous, les méthodes de

résolution ne devraient pas être connues, *a priori*, par l'apprenant, ce qui rejoint d'ailleurs les propos d'Astolfi (1993), du MEQ (2001) et du NCTM (2000).

Tout comme le NCTM (2000), le MEQ (2001) et le MENB (2000) le mentionnent, nous trouvons qu'il est important de varier les contextes ainsi que les contenus mathématiques abordés dans les résolutions de problèmes. La variation des contextes des problèmes nous est importante puisque nous aimerions susciter les intérêts de tous les apprenants pour qu'ils s'engagent dans la résolution de problèmes tout comme dans une situation-problème présentée par Astolfi (1993), par le MEQ (2001) et par le MENB (2000). La variation des contenus mathématiques en résolution de problèmes, elle, nous est importante puisque nous pensons que les apprenants devraient être en mesure de résoudre des problèmes dans tous les domaines mathématiques.

La variété devrait aussi, selon nous, être présente dans les stratégies nécessaires pour résoudre les problèmes proposés, ce qui rejoint d'ailleurs les propos du NCTM (2004, p. 54) : « different strategies are necessary as students experience a wider variety of problems ». Si chaque problème demande la même stratégie, celle-ci va devenir automatique pour les apprenants, ils l'appliqueront sans réflexion, ce qui n'adhère pas à notre définition de « problème ». Pour ce qui est des solutions, tout comme le propose le MEQ (2004), nous pensons que les apprenants devraient résoudre des problèmes qui conduisent à une seule solution, des problèmes qui mènent à plusieurs solutions ainsi que d'autres qui n'admettent aucune solution, et ce pour qu'ils soient conscients qu'il n'y a pas toujours une seule solution ni plusieurs solutions à un problème.

Tout comme le MENB (2000) et le MEQ (2001), il nous est aussi important que les apprenants puissent vérifier par eux-mêmes leurs solutions, ce qui rejoint d'ailleurs un peu la notion de validation interne d'Astolfi (1993). Or, nous avons l'impression que la nature de certains problèmes ne permet pas la vérification explicite et demande surtout à l'apprenant une confiance en sa(ses) méthode(s) et solution(s). Un problème, pour nous, ne nécessite donc pas la validation interne, mais les apprenants devraient avoir à l'occasion la chance de résoudre des problèmes qui la permettent.

Bref, la résolution de problèmes est, pour nous, un moyen d'apprendre qui permet la construction de nouvelles connaissances mathématiques, l'établissement de nouveaux liens entre des connaissances antérieures ou encore la construction de nouvelles connaissances d'ordre méthodologique. Un problème peut être résolu soit avant ou après l'enseignement des notions, dépendamment du but visé. La résolution d'un problème est aussi un défi atteignable par l'apprenant, tout en demandant réflexion. La méthode de résolution n'est pas connue *a priori*. De plus, les problèmes présentés à une personne devraient être présentés dans différents contextes et porter sur différents contenus mathématiques. Ils devraient se résoudre à l'aide de différentes méthodes et ils devraient parfois admettre une seule solution mais parfois aussi plusieurs. Enfin, la vérification interne devrait être possible dans certains cas.

À la suite de l'élaboration de nos définitions d'une attitude et d'un problème, ciblons certains aspects de la résolution de problèmes par rapport auxquels nous aimerions étudier les attitudes des futurs enseignants du primaire.

2.5 Certains aspects de la résolution de problèmes à l'égard desquels une personne peut adopter une attitude

En résolution de problèmes, une personne peut adopter plusieurs attitudes, et ce à l'égard de différents aspects de cette activité mathématique. Comme ces aspects sont nombreux, nous allons dresser une liste d'aspects importants par rapport auxquels nous aimerions étudier les attitudes des futurs enseignants, ce qui facilitera à la fois l'élaboration de nos outils de cueillette de données ainsi que l'analyse de nos données. Comme nous le verrons au chapitre suivant, nous gardons tout de même une certaine latitude quant aux attitudes ciblées.

Les aspects de la résolution de problèmes que nous retenons pour notre recherche ont été inspirés par des recherches qui ont porté sur les attitudes par rapport aux mathématiques dans différents contextes. D'une part, nous nous sommes inspirée de Simon et Schifter (1993)

qui ont effectué une recherche sur le changement d'attitudes adoptées par des élèves lorsque leurs enseignants mettent l'accent sur la généralisation d'idées, la résolution de problèmes et la communication. D'autre part, nous nous sommes inspirée de la recherche de Mohammad Yusof et Tall (1999) portant sur le changement d'attitudes envers les mathématiques universitaires à l'aide de la résolution de problèmes chez des étudiants en mathématiques, en informatique et en sciences industrielles. De plus, les programmes d'études de mathématiques du Nouveau-Brunswick (2000) ainsi que de notre expérience en formation des maîtres en milieu francophone minoritaire nous ont permis de faire quelques ajouts à cette liste d'aspects de la résolution de problèmes par rapport auxquels nous aimerions étudier les attitudes des futurs enseignants du primaire.

Nous avons mentionné à la section 2.1 qu'une attitude peut-être soit cognitive, affective ou sociale (Simon et Schifter, 1993). Nous allons donc diviser notre liste d'aspects de la résolution de problèmes en trois parties, soit les aspects cognitifs, les aspects affectifs et les aspects sociaux.

Sur le plan cognitif, nous aimerions étudier les attitudes des futurs enseignants du primaire par rapport à :

- l'importance qu'ils accordent à la chance en résolution de problèmes (Simon et Schifter, 1993, p. 339). En d'autres mots, est-ce qu'ils considèrent qu'ils ont besoin de la chance pour résoudre un problème ou, au contraire, trouvent-ils que la chance est inutile en résolution de problème? Nous pensons que cet aspect est important puisque même si cela ne devrait pas être le cas, certaines personnes pourraient se fier à la chance en résolution de problèmes, particulièrement ceux et celles qui n'ont pas confiance en eux-mêmes et ceux et celles qui résolvent souvent les problèmes par essais-erreurs et qui croient qu'il faut de la chance pour « tomber » sur le(s) bon(s) essai(s).
- l'importance qu'ils accordent à la mémorisation en résolution de problèmes (Simon et Schifter, 1993, p. 339). Est-ce qu'ils pensent qu'ils doivent

mémoriser des formules et des notions mathématiques pour être en mesure de résoudre des problèmes? Cet aspect de la résolution de problème nous semble important à étudier puisque plusieurs personnes considèrent que les mathématiques ne sont que des ensembles de formules et d'algorithmes à appliquer. La compréhension et la réflexion ne font peut-être pas partie de la résolution de problèmes mathématiques pour ces personnes. Or, ces aspects devraient être au cœur de la résolution de problèmes.

- l'importance qu'ils accordent à la schématisation en résolution de problèmes (Simon et Schifter, 1993, p. 339). Est-ce qu'ils utilisent des dessins, des tableaux ou autres pour visualiser les données du problème, pour résoudre le problème ou encore pour présenter leur solution? Quoique les schémas ne sont pas toujours obligatoires et qu'ils sont surtout utilisés par les personnes « visuelles », ils aident à l'organisation des pensées et s'avèrent une stratégie de résolution préconisée par le NCTM (2000). Le questionnement sur l'utilisation de schémas pourrait, selon nous, rendre les apprenants conscients de leur utilisation de cette méthode et possiblement de son utilité en résolution de problèmes.
- l'importance qu'ils accordent à la vérification en résolution de problèmes (Simon et Schifter, 1993, p. 339). Est-ce qu'ils vérifient eux-mêmes leurs solutions lorsqu'ils le peuvent? Comment font-ils? Pourquoi vérifient-ils ou ne vérifient-ils pas? La validation interne nous semble importante pour avoir confiance en sa solution d'autant plus qu'elle est importante dans la définition de situation-problème que propose Astolfi (1993). De plus, il nous semble important que les futurs enseignants soient capables de juger de la véracité d'une solution proposée à un problème sans avoir à regarder le corrigé.
- l'importance qu'ils accordent à l'exactitude de la solution en résolution de problèmes (Mohammad Yusof et Tall, 1999, p. 71). Est-ce qu'avoir la bonne solution à un problème est l'aspect le plus important de la résolution de

problème ou, au contraire, est-ce qu'avoir la bonne solution importe peu en résolution de problème. Il nous semble important de regarder l'importance que les futurs enseignants accordent à la bonne solution puisque cette importance va influencer leur façon d'enseigner et de faire la correction de résolutions de problèmes, ce qui influencera fort probablement les méthodes de résolution de leurs élèves.

- l'importance qu'ils accordent à la généralisation en résolution de problèmes. (programmes du Nouveau-Brunswick, 2000) Est-ce qu'ils voient la nécessité de généraliser certaines solutions? Est-ce qu'ils sont en mesure de généraliser? Cet aspect semble important puisque, selon nous, un enseignant devrait être en mesure de généraliser, en autres mots, de dire si un résultat est toujours vrai et pourquoi.
- l'idée qu'ils ont du nombre de méthodes de résolution possibles pour résoudre un problème en particulier (Simon et Schifter, 1993, p. 335). Est-ce qu'ils pensent qu'il y a plus d'une méthode pour résoudre un problème ou non? Est-ce qu'il y a toujours plus d'une méthode? Est-ce qu'il y a toujours une seule méthode? Selon nous, il est important que les enseignants aient un esprit critique face au nombre de méthodes de résolution possible, et ce, pour qu'ils ne donnent pas l'idée à leurs élèves que la seule méthode pour résoudre correctement un problème est la méthode présentée par l'enseignant(e).
- l'idée qu'ils ont du nombre de solutions possibles pour un problème en particulier (Simon et Schifter, 1993, p. 335). Est-ce qu'ils pensent qu'il y a plus d'une solution à un problème ou non? Est-ce qu'il y a toujours plus d'une solution? Est-ce qu'il y a toujours une seule solution? Cet aspect de la résolution de problème nous semble important pour que, lorsqu'ils seront enseignants, ces étudiants ne donnent pas l'idée à leurs élèves qu'il n'y a toujours qu'une seule solution à un problème tout en ne donnant pas non plus l'impression qu'il y a toujours plusieurs solutions.

- le niveau de difficulté accordé à la compréhension de l'énoncé (expérience en formation des maîtres en milieu francophone minoritaire). Issus d'un milieu minoritaire francophone, les futurs enseignants de l'Université de Moncton trouvent-ils que le plus difficile en résolution de problème c'est de comprendre l'énoncé écrit? Un étudiant qui ne comprend pas l'énoncé d'un problème pourrait avoir plus de difficulté à s'y engager et à le résoudre, tout en étant moins confiant et moins persévérant.

Sur le plan affectif, nous aimerions étudier :

- les sentiments, incluant la confiance en soi, des futurs enseignants du primaire en trois temps, c'est-à-dire après avoir lu l'énoncé d'un problème, pendant la résolution du problème et après cette résolution (Mohammad Yusof et Tall, 1999; Simon et Schifter, 1993). Est-ce qu'ils ressentent de la confusion, de la frustration, du doute, de l'impuissance ou, au contraire, de la joie, de la fierté, de la confiance?
- le niveau de persévérance des futurs enseignants du primaire lorsqu'ils résolvent des problèmes mathématiques (Simon et Schifter, 1993, p. 339). Est-ce qu'ils laissent tomber un problème après y avoir travaillé quelques minutes ou, au contraire, est-ce qu'ils y travaillent pendant des heures afin de trouver une solution?
- leur appréciation de la résolution de problèmes, ce qui inclut l'appréciation de la résolution de problèmes comparativement aux autres activités mathématiques (Simon et Schifter, 1993, p. 339). Est-ce qu'ils aiment la résolution de problèmes? Est-ce qu'ils la détestent? Est-ce qu'elle les laisse indifférents?

Sur le plan social, nous aimerions étudier :

- la place qu'occupe la coopération en résolution de problèmes pour les futurs enseignants du primaire (Simon et Schifter, 1993, p. 339). Est-ce qu'ils travaillent souvent en groupe pour résoudre un problème? Est-ce qu'ils se consultent afin de comparer leurs solutions et leurs méthodes? Il nous semble important de regarder cet aspect puisque nous pensons que le travail d'équipe est important en résolution de problèmes, tout comme en résolution d'une situation-problème telle que définie par Astolfi.
- leurs sentiments par rapport au partage de solutions (Simon et Schifter, 1993, p. 339). Est-ce qu'ils aiment travailler en groupe, partager leurs solutions? Pourquoi est-ce qu'ils aiment ou n'aiment pas travailler en groupe?

Voici un tableau qui inclut les aspects de la résolution de problèmes que nous venons de présenter et les références à ses aspects retrouvées dans les programmes d'étude du Nouveau-Brunswick et du Québec ainsi que dans certains écrits du NCTM. Il y a aussi une colonne « notre source d'inspiration » dans laquelle nous présentons ce qui nous a inspirée à retenir ces aspects de la résolution de problèmes, soient les recherches, le programme d'étude ou notre expérience en enseignement en milieu minoritaire. Lorsque cette inspiration provient d'une recherche, nous avons écrit un ou des extraits provenant du texte des chercheurs qui sont en lien avec les aspects retenus.

Tableau 2.3 – Aspects de la résolution de problèmes retrouvés dans les programmes d'études, les écrits du NCTM ainsi que dans certaines recherches

Plan	Aspects de la résolution de problèmes	programme d'étude du Nouveau-Brunswick (2000)	programme de formation de l'école québécoise (2001)	NCTM (2000, 1989)	Source d'inspiration	Extraits des auteurs
COGNITIF	<i>L'importance accordée à la chance en résolution de problème par les étudiants.</i>				Simon et Schifter (1993, p. 339)	To do well in mathematics, how important are these? [...] 9. Luck.
	<i>L'importance accordée à la mémorisation en résolution de problème par les étudiants.</i>	Cela suppose notamment moins de par coeur [...] moins de mémorisation mécanique de formules, règles et procédures et davantage d'activités authentiquement mathématiques [...] (prog 8e, p. 17)	il ne s'agit pas d'un exercice d'application. Sa quête suppose, au contraire, raisonnement, recherche et mise en place de stratégies mobilisant des connaissances (p. 126)		Simon et Schifter (1993, p. 339) <i>Mohammad Yusof et Tall (1999, p. 71)</i>	To do well in mathematics, how important are these? [...] 8. Memorizing <i>Mathematics is a collection of facts and procedures to be remembered</i>
	<i>L'importance accordée à la schématisation en résolution de problème par les étudiants.</i>	associer diverses représentations - matériel concret, images, diagrammes et		<i>mentionner comme méthode de résolution possibles stratégies</i>	Simon et Schifter (1993, p. 339)	To do well in mathematics, how important are these?

		graphiques de différentes formes - aux idées mathématiques (prog. 8e, p. 19)		include using diagrams (2000, p. 54)		[...] 6. Drawing diagrams.
	<i>La place qu'occupe la vérification de la solution en résolution de problèmes pour les étudiants.</i>	Vérifier et interpréter les résultats au regard de la situation ou du problème original (prog. 8e, p. 17)	la résolution de situations- problèmes en mathématique engage-t-elle l'élève dans une suite d'opérations de décodage, de modélisation, de vérification, d'explication et de validation (p. 126)	the profil can include [...] consistency in verifying the solution (1989, p. 209-210)	Simon et Schifter (1993, p.339)	To do well in mathematics , how important are these? [...] 2. Checking your own answers.
	<i>La perception des étudiants en ce qui a trait au nombre de méthodes de résolution possible pour un problème donné.</i>		Il apprend également à modéliser une situation- problème, à appliquer différentes stratégies (p. 126) expliquer les moyens qu'il a employés et peut s'intéresser à des façons de faire qui diffèrent des	<i>mentionner qu'il y a plusieurs méthodes, mais pas nécessairement dans le même problème :</i> Different strategies are necessary as students experience a wider variety of problems (2000, p. 54)	Simon et Schifter (1993, p. 335)	Students : [...] understand that there is more than one way to solve most problems

			siennes (p. 126)			
	<i>La perception des étudiants en ce qui a trait au nombre de solutions possibles pour un problème donné.</i>		elles peuvent conduire à un ou plusieurs résultats ou, au contraire, ne mener nulle part (sec 1er cycle, p. 237)		Nous, en s'inspirant de Simon et Schifter (1993) en ce qui a trait au nombre de méthodes de résolution	
	<i>L'importance accordée à l'exactitude de la solution d'un problème par les étudiants.</i>				Mohammad Yusof et Tall (1999, p. 71)	I feel the most important thing in mathematics is to get correct answers.
	<i>L'importance accordée à la généralisation en résolution de problème par les étudiants.</i>	généraliser les solutions comme les stratégies afin de les appliquer à de nouvelles situations, à des problèmes nouveaux (prog. 8e, p. 17)		because the power of mathematics is derived, in part, from its generalizability [...], this aspect of problem solving should be assessed as well (1989, p. 209)	Nous, en s'inspirant du fait que la généralisation est précisée dans les programmes du NB	

	<i>Le niveau de difficulté accordé à la lecture de l'énoncé par les étudiants en comparaison avec les autres aspects de la résolution de problèmes.</i>	lire et comprendre des textes mathématiques (prog. 8e, p. 19)		They [effective problem solvers] make sure they understand the problem. If a problem is written down, they read it carefully; if it is told to them orally, they ask questions until they understand it. (2000, p. 54)	Notre expérience en formation des maîtres en milieu francophone minoritaire	
AFFECTIF	<i>Les sentiments des étudiants avant, pendant et après la résolution de problèmes, incluant la confiance qu'ils ont en leurs habiletés à résoudre des problèmes.</i>	acquérir de la confiance en leur capacité de faire des mathématiques, de développer leur curiosité, leur goût pour l'investigation (prog. 8e, p. 18)	prendre conscience de ses capacités et d'adopter une attitude de respect à l'égard du point de vue des autres (sec 1er cycle, p. 237)	By learning problem solving in mathematics, students should acquire ways of thinking, habits of persistence and curiosity, and confidence in unfamiliar situations (2000, p. 52)	Simon et Schifter (1993, p. 335) <i>Mohammad Yusof et Tall</i> (1999, p. 71)	Students : - express more interest and / or enjoyment in mathematics - are more confident, competent problem solvers - are more confident in math - experience more frustration

						<p><i>I feel confidence in my ability to solve mathematics problems</i></p> <p><i>Solving mathematics problem is a great pleasure for me.</i></p> <p><i>I feel anxious when I am asked to solve mathematics problems</i></p> <p><i>I often fear unexpected mathematics problems</i></p>
	<p><i>Leur appréciation de la résolution de problèmes (en soi et comparativement aux autres aspects des mathématiques)</i></p>		<p>elle doit susciter son intérêt et son adhésion et l'inciter à se mobiliser pour élaborer une solution (p. 126)</p>		<p>Simon et Schifter (1993, p. 339)</p>	<p>I'd rather do math than any other kind of homework.</p> <p>Math is one of my favorite classes in school.</p>

						If I could skip just one class, it would be math.
	<i>La persévérance des étudiants en résolution de problèmes.</i>			By learning problem solving in mathematics, students should acquire ways of thinking, habits of persistence and curiosity, and confidence in unfamiliar situations (2000, p. 52)	Simon et Schifter (1993, p. 339) <i>Mohammad Yusof et Tall (1999, p. 71)</i>	How long do you spend on a homework problem before you give up? <i>I give up fairly easily when the problem is difficult</i>
SOCIAL	<i>La place qu'occupe la coopération en résolution de problèmes pour les étudiants.</i>	discuter d'idées mathématiques, élaborer des conjectures et les appuyer d'arguments convaincants (prog. 8e, p. 19)	il apprend [...] à rectifier sa solution selon les résultats obtenus et ses échanges avec ses pairs (p. 126) Toutes ces activités peuvent être réalisées individuellement ou en équipe.	Although some may be relatively simple exercises to be accomplished independently, others should involve small groups or an entire class working cooperatively (1989, p. 6)	Simon et Schifter (1993, p.335)	Students : [...] show greater cooperation* among themselves

			en classe ou à la maison, et ce, en fonction des objectifs de développement visés et des approches pédagogiques utilisées (sec 1er cycle, p. 237)			
	<i>Les sentiments des étudiants par rapport au partage de solutions.</i>				Simon et Schifter (1993, p. 339)	I like to explain how I solve a problem.

CHAPITRE III

MÉTHODOLOGIE

Après avoir présenté ce que nous entendons par « attitude » et « problème » et avoir élaboré sur les aspects de la résolution de problème à l'égard desquels nous aimerions étudier les attitudes des futurs enseignants du primaire, nous présenterons dans ce chapitre des recommandations retrouvées dans les écrits à l'égard des recherches portant sur les attitudes, nos choix méthodologiques basés sur ces recommandations ainsi que nos conditions d'expérimentation. Nous présenterons par la suite nos outils de recherche, soit différents questionnaires et problèmes écrits. Le déroulement de l'expérimentation et la façon dont nous avons choisi nos participants seront ensuite discutés. Enfin, nous expliquerons comment nous nous y sommes prise pour analyser les données recueillies.

3.1 Quelques recommandations tirées de travaux de recherche sur les attitudes en ce qui a trait à la méthodologie de recherche

Les recherches portant sur les attitudes à l'égard des mathématiques ont pris plusieurs formes au fil des années et plusieurs outils ont servi à cueillir des informations concernant les attitudes des élèves et des étudiants par rapport à cette matière scolaire. Selon McLeod (1994), dans les années '60, les recherches sur les attitudes étaient effectuées auprès de grands groupes à l'aide de questionnaires. Plusieurs échelles ont alors été développées. Parmi celles utilisées dans les recherches, nous retrouvons souvent celles d'Aiken (1974), soit une échelle qui mesure le plaisir mathématique (« enjoyment of mathematics scale ») et une autre qui mesure l'importance attribuée aux mathématiques (« value of mathematics scale »), mais ces échelles sont loin d'être les seules qui ont été développées. McLeod (1994), par exemple, rapporte que Higgins (1970) a utilisé dix-huit différentes échelles lors d'une recherche auprès d'élèves de la 8^e année.

Même si les questionnaires permettant de placer les attitudes des élèves sur des échelles ont été très largement utilisés dans des recherches sur les attitudes, il ne faut pas oublier qu'il existe d'autres outils à notre disposition. Kulm (1980), par exemple, présente cinq façons d'évaluer les attitudes, soit :

- « self-reports questionnaire », c'est-à-dire des questionnaires qui permettent de s'autoévaluer;
- « observation of behavior in a natural setting », c'est-à-dire les observations du comportement tel que les réactions verbales ou non verbales dans un environnement naturel;
- « reaction to partially structured stimuli », c'est-à-dire l'observation des réactions lors de la présentation de photos, de dessins ou encore de jeux de rôle où il n'y a qu'un seul facteur qui change à la fois;
- « performance on « objective » tasks », c'est-à-dire l'intérêt ou le niveau d'attention à la tâche, au travail supplémentaire;
- « physiological reactions », c'est-à-dire l'observation des réactions physiques telles que le pouls, la pression artérielle et l'agressivité lors de l'accomplissement d'une tâche.

Plus récemment, Lerman (2001) explique avoir utilisé l'entrevue dans une recherche antérieure (1986, 1990) pour recueillir des données sur l'attitude des futurs enseignants de mathématiques en ce qui a trait au style d'enseignement utilisé dans une vidéo qu'ils avaient regardée préalablement.

Kulm (1980), en s'inspirant de Gardner (1975), met ses lecteurs en garde en ce qui a trait aux erreurs communes qui se produisent lors des mesures d'attitudes. Les chercheurs devraient, selon lui, identifier et définir de façon claire ce qu'ils veulent mesurer, utiliser

plusieurs outils de recherche, non seulement des échelles, tout en faisant preuve de bon sens tout au long de l'expérience. De plus, l'observation ne devrait pas se restreindre au groupe, mais elle devrait aussi s'intéresser aux personnes prises individuellement puisque certaines variables indépendantes deviennent importantes au niveau individuel, comme les difficultés familiales ou encore les difficultés en lecture. D'ailleurs, même si un groupe ne semble pas avoir changé d'attitude, il ne faut pas oublier que l'attitude est individuelle, et qu'ainsi l'attitude de certaines personnes a probablement changé de façon négative ou de façon positive.

Pour Kulm (1980), une attitude est en continuel changement. Selon lui, il est donc possible que les procédures usuelles pour mesurer les attitudes ne reflètent pas cette situation, en particulier les échelles utilisées pour mesurer les attitudes peuvent s'avérer trop générales. Il ne faut pas oublier non plus que le test mesure l'attitude de l'élève à un moment précis; il ne reflète peut-être pas son attitude habituelle. Pour nous assurer d'avoir des résultats les moins biaisés possible, nous pourrions, selon Kulm (1980, p. 378), demander aux élèves de répondre quotidiennement à des questions telles que « aujourd'hui les mathématiques étaient _____ » (notre traduction). De plus, un journal contenant les événements du cours pourrait être utilisé.

Kulm (1980) donne aussi quelques conseils concernant l'utilisation de questionnaires permettant de classer les attitudes à partir d'une échelle. Selon lui, les chercheurs choisissent souvent le questionnaire qu'ils utiliseront pour évaluer les attitudes sans regarder si les questions qui s'y retrouvent mesurent vraiment les attitudes qu'ils veulent observer. Il dit aussi aux lecteurs de s'assurer que les réponses aux questionnaires sont à la fois significatives et utiles :

« Once a characteristic of an object has been defined and measured, it should be required to be both meaningful and useful. For example, the sum of the scores on items measuring « fun in math class » and « feeling nervous taking a math test » may not be meaningful and, therefore, may be useless. » (Kulm, 1980, p. 365)

Une autre remarque de Kulm (1980) concernant les questionnaires porte sur le nombre d'échelons utilisés sur une échelle. En effet, il explique qu'une échelle à 5 échelons peut masquer la variation de l'attitude d'individus puisque les réponses ont tendance à être proches du milieu, soit à l'échelon 3.

En plus des différents outils de cueillette de données, il faut prendre en considération le temps auquel la cueillette de données est faite. Selon Kulm (1980), les pré tests se retrouvent surtout au début de l'année, alors que les élèves sont plus optimistes, tandis que les post tests sont souvent administrés aux environs de la session d'examens, temps de stress chez les élèves. Même qu'à ce moment, ils peuvent penser que ce post test est une perte de leur temps. Kulm (1980) explique alors qu'il est possible d'éviter certaines erreurs de parcours ou encore certaines difficultés en faisant attention au temps d'administration du test, à la technique de mesure choisie, à l'âge de l'élève ainsi qu'au choix d'un groupe contrôle approprié. Il mentionne aussi que juste le fait de répondre au pré test peut amener l'élève à réfléchir à ses opinions, et donc il pourrait répondre différemment au prochain questionnaire, même sans qu'il y ait eu d'intervention.

3.2 Nos choix méthodologiques

Nos outils de recherche ont été choisis en prenant en considération les recommandations mentionnées plus haut. Suivant les recommandations de Kulm (1980), nous avons utilisé différents outils de collecte de données, soit des questionnaires et un journal de bord. De plus, nous nous sommes assurée que nos questionnaires mesurent vraiment les attitudes par rapport aux aspects de la résolution de problème que nous avons retenus dans notre cadre théorique et nous nous sommes assurée de ne pas avoir un nombre impair d'échelons pour que les résultats ne se retrouvent pas au milieu de l'échelle. Enfin, nous nous sommes inspirée de questionnaires utilisés dans différents travaux de recherche (Aiken, 1974; Mohammad Yusof et Tall, 1999; Philippou et Christou, 1998; Ruffell, Mason et Allen, 1998; Simon et Schifter, 1993).

Étant donné qu'une de nos deux questions de recherche concerne l'évolution des attitudes des futurs enseignants du primaire, il nous fallait évaluer ces attitudes sur une période de temps relativement longue. Nous avons donc choisi de suivre leur évolution au cours d'une session complète. De plus, puisque le moment de la collecte des données peut influencer les attitudes ponctuelles, nous avons décidé de questionner nos sujets à plusieurs reprises pendant la période d'expérimentation.

Plusieurs raisons nous ont incité à faire notre expérimentation dans un cours de mathématiques pour futurs enseignants du primaire plutôt que dans un cours de didactique des mathématiques au primaire. Premièrement, la résolution de problèmes est une partie intégrante du cours de mathématiques dans lequel nous avons fait l'expérimentation et tous les problèmes présentés aux étudiants sont à leur niveau et non au niveau d'élèves du primaire. Deuxièmement, comme l'expérimentation s'est faite sur une longue période, il était plus facile pour nous de faire l'expérimentation dans un cours que nous enseignions que dans un cours donné par une autre personne. Enfin, nous croyions qu'il était important que les étudiants participants à l'expérimentation se sentent à l'aise d'écrire ce qu'ils ressentent et ce qu'ils pensent. Or, comme nous leur avons enseigné pour la grande majorité à la session précédente, nous avons eu l'impression que cette confiance était déjà établie, ce qui n'aurait pas été le cas avec un autre groupe d'étudiants.

3.3 Conditions d'expérimentation

3.3.1 Description de la clientèle universitaire

L'Université de Moncton est la seule université francophone au Nouveau-Brunswick et la plus importante en Acadie. Certains étudiants qui y sont inscrits sont issus de milieux francophones minoritaires tandis que d'autres sont natifs de régions où la langue française domine énormément. La majorité de ces étudiants ont fait leur scolarité dans un système scolaire francophone, mais certains ont fait leur scolarité dans des écoles d'immersion française, ou même une partie de celle-ci dans des écoles anglophones. De plus, comme l'école secondaire au Nouveau-Brunswick va jusqu'à la douzième année et qu'il n'y a pas de

CÉGEP avant l'entrée à l'université, la majorité des étudiants de première année sont âgés de 17 ou de 18 ans.

Le baccalauréat en enseignement primaire est un programme de cinq ans dans lequel il y a plusieurs cours obligatoires, quelques cours optionnels et trois stages en salle de classe, soit deux stages de trois semaines et un stage de quatre mois. Comme l'école primaire au Nouveau-Brunswick s'étend de la maternelle à la 8^e année, les futurs enseignants du primaire à l'Université de Moncton ont à faire un choix entre la « spécialisation » en enseignement de la maternelle à la 4^e année ou celle en enseignement de la 5^e à la 8^e année. Les cours à suivre dans ces deux spécialités diffèrent un peu à partir de la 3^e année du baccalauréat. Entre autres, ceux qui se spécialisent en enseignement chez les plus petits ont à suivre des cours sur l'enseignement à la petite enfance tandis que ceux qui se spécialisent en enseignement chez les plus vieux ont à suivre des cours approfondis dans différentes matières, par exemple les mathématiques. Cette distinction n'est toutefois pas présente sur leur diplôme à la fin de leurs études et rien ne les empêche d'enseigner à d'autres niveaux que ceux dans lesquels ils se sont spécialisés. Dans leur programme, tous les étudiants en éducation primaire ont quatre cours de mathématiques et deux cours de didactique des mathématiques à suivre obligatoirement. À ces cours, un cinquième cours obligatoire de mathématiques s'ajoute pour ceux qui se spécialisent de la 5^e à la 8^e année.

3.3.2 Description des étudiants inscrits au cours

La majorité des étudiants inscrits au cours de mathématiques dans lequel notre recherche se déroulait étaient à leur première année universitaire. Ce n'était toutefois pas toujours le cas. En effet, certains faisaient un retour aux études, d'autres venaient de faire un changement de programme et d'autres encore en étaient en deuxième, troisième ou quatrième année de leur programme de formation après avoir échoué au moins un cours universitaire de mathématiques. De plus, même si ce cours était réservé aux étudiants inscrits au baccalauréat en enseignement primaire, quelques étudiants qui n'étudiaient pas en enseignement primaire ont eu la permission de suivre le cours parce qu'ils étaient seulement inscrits dans un autre programme jusqu'à ce que leur moyenne cumulative soit assez élevée pour être accepté au

baccalauréat en éducation primaire. Il n'y a qu'une seule étudiante dans le cours qui n'envisageait pas de s'inscrire au baccalauréat en enseignement primaire, mais elle voulait enseigner dans les écoles secondaires. Elle a eu la permission de suivre le cours en question comme une option dans son baccalauréat en enseignement secondaire. Il est aussi intéressant de noter que presque la totalité des étudiants dans le cours étaient des femmes.

3.3.3 Description du cours

Le cours dans lequel les attitudes de futurs enseignants du primaire par rapport à la résolution de problèmes mathématiques ont été étudiées est un cours de mathématiques destiné aux étudiants en première année au baccalauréat en éducation primaire que nous avons offert à l'Université de Moncton, campus de Moncton à l'hiver 2006. Ce cours, c'est-à-dire le cours « MATH 1143 : les nombres et leurs propriétés », a été offert à deux groupes à l'hiver 2006, soit un groupe de 40 étudiants et un de 56 étudiants. Nous étions l'enseignante pour ces deux groupes. Ce cours est la suite du cours « MATH 1133 : ensembles et nombres », que la majorité des étudiants ont suivi avec nous à la session précédente. Quoique le cours est normalement le deuxième d'une série de quatre ou de cinq⁸, quelques étudiants en étaient à leur troisième cours de mathématiques universitaires puisqu'ils avaient aussi suivi un cours de géométrie qui était destiné aux étudiants en deuxième année au baccalauréat en enseignement primaire et pour lequel il n'y a aucun préalable.

Le contenu du cours dans lequel nous avons effectué notre recherche porte essentiellement sur les nombres entiers, les nombres rationnels, les nombres irrationnels, les suites, les séries, les combinaisons ainsi que les probabilités. En plus d'y avoir des rappels sur ce que les étudiants connaissent déjà, il y a des preuves et des explications sur le fonctionnement de plusieurs « trucs mathématiques » appris à l'école.

⁸ Quatre cours pour ceux et celles qui se spécialisent pour enseigner de la maternelle à la 4^e année, cinq cours pour ceux et celles qui se spécialisent à l'enseignement de la 5^e à la 8^e année.

Nous avons modifié le cours en question pour y inclure la résolution de problèmes afin d'effectuer notre recherche et aussi parce que nous trouvions important que les futurs enseignants résolvent des problèmes dans un cours de mathématiques. La modification du cours a surtout été effectuée au niveau des devoirs à faire à la maison et non au niveau de la méthode d'enseignement ou encore du contenu du cours. Ainsi, le contenu mathématique du cours est demeuré celui que nous avons décrit dans le paragraphe précédent et l'enseignement était surtout magistral, mais la résolution de problèmes avait une place importante dans les devoirs à faire à la maison. D'ailleurs, les étudiants avaient à résoudre des problèmes chaque semaine à la maison tout en répondant à des questionnaires portant sur leurs attitudes par rapport à chacun de ces problèmes. Aucune résolution de problèmes n'a été faite en groupe-classe ni en petits groupes pendant les heures de cours, mais un retour sur les problèmes à résoudre à la maison a été fait à chaque semaine après la remise du devoir corrigé.

Quoique la résolution de problèmes était importante dans le cadre du cours, aucun modèle de résolution n'a été présenté aux étudiants puisque nous voulions qu'ils développent leurs propres stratégies de résolution pour devenir autonomes en résolution de problèmes. Nous ne voulions pas non plus qu'ils passent leur temps à essayer de se créer une « recette » pour la résolution de problèmes, c'est-à-dire d'essayer de déterminer une ou des règles qui leur permettraient de déterminer quel modèle utilisé dans quel contexte.

3.4 Nos outils de recherche

3.4.1 Questionnaires

3.4.1.1 Questionnaire diagnostic

Nous avons construit une première version du questionnaire diagnostic, version qui, avant l'expérimentation, a été soumise à deux volontaires n'étudiant pas en enseignement primaire. À la suite de leurs réponses, nous avons modifié plusieurs questions pour qu'elles soient plus claires et pour qu'elles visent davantage les aspects de la résolution de problèmes à l'égard desquels nous voulons étudier les attitudes des futurs enseignants. Le questionnaire

diagnostic qui a été présenté aux étudiants au début de la session (Appendice A) découle des changements faits. Ce questionnaire a été utilisé pour évaluer les attitudes que les étudiants entretenaient par rapport à la résolution de problèmes avant même de commencer le cours. Les questions portaient sur les attitudes des étudiants par rapport aux différents aspects de la résolution de problèmes que nous avons soulevés à la section 2.5. Plusieurs d'entre elles étaient à choix multiples tout en nécessitant une justification. L'élaboration sur le choix de réponse nous a permis de déceler des attitudes à l'égard de d'autres aspects de la résolution de problèmes qui n'ont pas été mentionnés à la section 2.5.

3.4.1.2 Questionnaires accompagnant les problèmes

Nous avons développé un questionnaire (Appendice B) en trois parties, soit une à remplir avant, une pendant et une après la résolution de chaque problème, ce qui nous a permis d'étudier les attitudes des étudiants par rapport à chaque problème présenté durant la session. Les informations recueillies à l'aide de ce questionnaire nous ont aussi aidée à déterminer l'évolution de ces attitudes au fil de la session.

Avant et après la résolution de problèmes, il y avait plusieurs questions à répondre, questions qui étaient d'ailleurs numérotées. Or, pendant la résolution de problèmes, il n'y avait qu'une question qui englobait tout ce qu'ils avaient à faire. Celle-ci demandait aux étudiants d'écrire tout ce qu'ils faisaient, pensaient et ressentaient, ce qui ressemblait beaucoup plus à un journal de bord qu'à un questionnaire.

3.4.1.3 Questionnaire final

Pour être en mesure de comparer les attitudes du début de la session avec les attitudes à la fin de la session, nous avons construit le questionnaire final (Appendice C) en reprenant les questions du questionnaire diagnostic et en ajoutant quelques questions qui portaient essentiellement sur la perception que les étudiants avaient de l'évolution de leurs attitudes au cours de la session.

3.4.2 Problèmes

Pour choisir nos problèmes, nous avons consulté plusieurs sources, dont le livre de Mason (1994) portant sur la résolution de problèmes, un site Internet de l'Université de Moncton intitulé « Communauté d'Apprentissages Mathématiques Interactifs »⁹ (CAMI), la banque de problèmes qui existe pour le cours MAT1011 à l'Université du Québec à Montréal et nos notes du cours « Histoire des mathématiques » que nous avons suivi lorsque nous étions étudiante à l'Université de Moncton. Bien entendu, nous avons alors en tête notre définition d'un problème, que nous avons présentée en détails à la section 2.4. Ainsi, nous avons pris soin en particulier de choisir certains problèmes susceptibles de favoriser la construction de nouvelles connaissances (du moins chez certains) et d'autres susceptibles de favoriser des apprentissages davantage méthodologiques (du moins chez certains). Parmi ces derniers, nous avons inclus ceux qui ne se résolvent que par essais-erreurs puisque les solutions à ces problèmes ne sont pas triviales et qu'il faut sortir des essais « ordinaires » pour les résoudre.

Lors du choix de nos problèmes, nous avons aussi regardé les aspects de la résolution de problèmes à l'égard desquels nous voulions étudier les attitudes des futurs enseignants du primaire pour s'assurer que certains problèmes puissent influencer ces attitudes. Par exemple, comme nous souhaitions voir si les étudiants trouvent parfois pertinent d'avoir recours à la généralisation pour trouver une solution, nous avons choisi d'avoir des problèmes qui demandaient une généralisation (de façon explicite ou non) et d'autres qui portaient sur des exemples plus spécifiques. Nous nous sommes aussi assurée d'avoir des problèmes admettant une solution et d'autres admettant plusieurs solutions pour être en mesure d'étudier les attitudes des étudiants par rapport au nombre de solutions possibles. Nous n'avons toutefois pas retenu de problème n'admettant aucune solution. De même, pour être en mesure d'étudier les attitudes des futurs enseignants par rapport au nombre de méthodes de résolution possibles, nous avons choisi des problèmes se résolvant parfois d'une

⁹ Le nom de ce site est maintenant « Communauté d'Apprentissages Scientifiques et Mathématiques Interactifs (CASMI).

seule façon et d'autres fois de plusieurs façons. De plus, il nous était important de voir si les étudiants vérifiaient leur solution lorsque le problème le permet, c'est pourquoi nous avons choisi certains problèmes où la validation par l'étudiant est possible et d'autres problèmes où elle ne l'est pas. Aussi, même si l'utilisation de schémas peut toujours théoriquement être une option lors de la résolution de problèmes, il nous semble que certains problèmes s'y prêtent moins bien que d'autres. Nous avons donc choisi des problèmes pour lesquels nous nous attendions à ce que des schémas soient utilisés lors de la résolution et d'autres problèmes pour lesquels nous ne nous attendions pas vraiment à ce que la schématisation soit utilisée pour les résoudre.

Comme les problèmes étaient résolus dans le cadre d'un cours, il nous semblait aussi important d'inclure des problèmes qui faisaient directement intervenir des notions étudiées dans le cadre de ce cours ainsi que des problèmes qui se résolvaient autrement. Nous avons aussi essayé d'avoir des problèmes présentant différents niveaux de difficulté, et ce, pour que chaque étudiant ait la chance de relever des défis à sa portée. L'utilisation de problèmes ayant différents niveaux de difficulté nous a aussi permis d'étudier le niveau de persévérance des étudiants. Enfin, pour diversifier davantage les problèmes, nous avons choisi d'avoir quelques problèmes présentés dans un contexte purement mathématique.

Dans cette section, nous allons présenter les problèmes que nous avons retenus, les conditions dans lesquelles ils ont été présentés aux étudiants ainsi que leurs caractéristiques. Voici un tableau qui résume ces caractéristiques :

Tableau 3.1 – Les caractéristiques de chaque problème

Semaines	Problèmes	notions math. utilisées	temps d'enseignement de ces notions	difficultés possibles	exemples ou généralisation	nombre de solutions	nombre de méthodes de résolution	validation interne ou externe	persévérance	contexte purement math. ou autre
1 (18/19 - 26 jan)	Blocs	classes résiduelles	avant	*voir la nécessité d'une généralisation *un nombre carré forme un carré	généralisation	une	plusieurs	externe	Peu	autre
	métiers	logique	aucun	Organisation	exemple	une	plusieurs	interne	Peu	autre
2 (25 jan - 2 fév)	pommes	fractions	après	voir qu'on peut le résoudre à rebours	exemple	une	plusieurs	interne	assez	autre
	9 points	logique	aucun	ne pas se restreindre autour des 9 points	exemple	une	une	interne	beaucoup	purement math.

3 (1 - 9 fév)	généalogie des abeilles	suites et séries	après	voir la généralisation dans la suite	exemple qui peut amener à une générali- sation	une	plusieurs	externe	beaucoup	autre
4 et 5 (8 - 23 fév)	balances	fractions, rapports	avant pendant	voir certaines relations	exemple	plusieurs solutions à certaines questions	plusieurs	externe	assez	autre
6 (15 fév - 2 mars)	fourmi sur l'élastique	logique, calcul avec fractions	avant	voir que la fourmi avance quand on étire l'élastique	exemple	une	plusieurs	externe	beaucoup	autre
7 et 8 (1 - 16 mars)	âge de l'homme	fractions	avant	écrire l'équation mathématique	exemple	une	plusieurs	interne	beaucoup	autre
	théorème de Pythagore	théorème de Pythagore	avant	comprendre une preuve trouvée (avant de pouvoir l'expliquer)	générali- sation (forcée)	plusieurs	plusieurs	externe	un peu	purement math.

9 (15 - 23 mars)	verres	déduction à partir d'un graphique	aucun	lire un graphique	exemple	une	plusieurs	externe	assez	autre
10 (22 - 30 mars)	carrés d'un échiquier	logique, suite et série	pendant	*organisation *voir la suite	exemple qui amène à une généralisation (forcée)	une	plusieurs	externe	beaucoup	autre
11 (29 mars - 7 avril)	prédiction mystérieuse	logique	aucun	voir le résultat de l'addition en fonction du nombre de départ	généralisation (forcée)	une	plusieurs	externe	un peu	purement math.
	les "4"	opérations sur entiers	aucun	écrire certains nombres (ex: 10) sous cette forme	exemple	plusieurs solutions pour certains nombres	une	interne	assez	purement math.
12 (6 - 13 avril)	casino	probabilité	avant	retrouver 671/1296 et 525/1296	exemple	une	plusieurs	externe	beaucoup	autre

Comme certaines des caractéristiques présentées dans le tableau précédent varient d'un problème à l'autre, nous avons l'impression qu'elles pourraient avoir une influence sur les attitudes qu'adopteront les étudiants pendant la résolution des problèmes de même qu'à la fin de la session. D'ailleurs, les problèmes qui demandent de la persévérance pourraient entraîner des frustrations chez certains étudiants et leurs attitudes en ce qui a trait au nombre de méthodes de résolution possibles et au nombre de solutions possibles pourraient être influencées par le fait que les problèmes ont été choisis de telle sorte que quelques-uns se résolvent d'une seule façon et que certains admettent plus d'une solution. L'idée qu'ils se font de la pertinence et de l'utilité de la généralisation pourrait aussi changer au cours de la session puisque certains des problèmes retenus nécessitent une généralisation et d'autres se résolvent plus facilement avec une généralisation. Enfin, l'importance qu'ils accordent à l'utilisation de schémas ainsi qu'à la vérification pourrait aussi être influencée par les problèmes que nous proposons puisque certains se prêtent bien à la schématisation et/ou à la validation par soi-même et d'autres non.

Précisons davantage les circonstances dans lesquelles ces problèmes ont été présentés aux étudiants ainsi que les caractéristiques et les attitudes qui étaient susceptibles d'être suscitées par chacun de ces problèmes.

3.4.2.1 Blocs

Chantale s'amuse à disposer des blocs sur une table de manière à former des rangées de même longueur. Lorsqu'elle place les blocs en rangées de 5, il lui en reste 4. Lorsqu'elle place les blocs en rangées de 4, il lui en reste 1. Comme elle n'est pas satisfaite du résultat, elle décide alors de les disposer de manière à obtenir un carré. Cette fois, elle réussit! Si Chantale décidait maintenant de disposer ses blocs en rangées de 10, quel reste obtiendrait-elle?

(tiré d'un examen de la professeure Caroline Lajoie)

Le devoir qui accompagnait ce problème portait sur les classes résiduelles, concept mathématique qui a été enseigné avant la résolution de ce problème. Il est d'ailleurs possible

de faire un lien entre ce premier problème de la session et les classes résiduelles puisque celles-ci peuvent s'avérer utiles lors de la résolution, sans toutefois être nécessaires. Or, les étudiants ne pouvaient pas se contenter des notions qu'ils avaient apprises en classe pour résoudre le problème des blocs puisque nous n'avions pas enseigné de méthode pour résoudre des problèmes où il faut trouver un nombre à l'aide de différentes congruences données, par exemple le théorème du reste chinois.

En plus d'utiliser les classes résiduelles ou des méthodes qui leur sont reliées comme le théorème du reste chinois, ce problème peut être résolu de différentes façons sans utiliser ces notions, par exemple en trouvant des nombres de blocs qui satisfont à chacune des conditions pour ensuite généraliser pour s'assurer de l'unicité de la solution. La résolution de ce problème peut être ou non accompagnée de schémas et la généralisation, même si elle n'est pas demandée, est nécessaire afin de s'assurer que la solution à ce problème est unique. Les étudiants peuvent valider par eux-mêmes leur solution, c'est-à-dire le reste trouvé, en regardant si le nombre de blocs utilisés est effectivement un nombre carré et si les restes en faisant des rangées de quatre et de cinq sont les bons. Cependant, la validation de l'unicité de la solution n'est pas possible par soi-même. Selon nous, ce problème était parmi les problèmes qui demandaient le moins de persévérance, mais la façon de s'y engager a tout de même un rôle à jouer sur la persévérance nécessaire lors de la résolution de celui-ci.

3.4.2.2 Métiers

Trois hommes ont chacun deux métiers. Le chauffeur blesse le musicien en riant de ses cheveux longs. Le musicien et le jardinier ont l'habitude de pêcher avec Jean. Le peintre achète une bouteille de gin au médecin consultant. Le chauffeur courtise la sœur du peintre. Jacques doit 5 \$ au jardinier. Joseph bat Jacques et le peintre au jeu de palet. Un des trois hommes est coiffeur et pas deux exercent le même métier. Qui fait quoi?

(tiré de Mason, 1994, p. 155)

Ce problème de logique ressemble à plusieurs problèmes retrouvés dans certains manuels scolaires utilisés dans les écoles francophones du Nouveau-Brunswick comme, par exemple, ceux de la collection « Défi Mathématiques ». Il est donc possible qu'il soit en quelque sorte un exercice pour certains étudiants, mais il pourrait tout de même s'avérer un problème pour d'autres, en particulier pour ceux qui n'ont jamais résolu de tels problèmes ou encore pour ceux qui ont de la difficulté à comprendre l'énoncé.

Le problème des métiers est un problème qui pourrait se résoudre par essais et erreurs, mais il est plus efficace de le résoudre en faisant des déductions tout en utilisant (ou non) un tableau pour illustrer et tenir compte des déductions faites. Ce problème ne demande aucune généralisation de la part des étudiants et est présenté dans un contexte autre que purement mathématique. De plus, les données de ce problème conduisent à une seule solution et l'étudiant peut vérifier lui-même si sa solution est la bonne en relisant les données du problème tout en vérifiant si sa solution satisfait chaque condition. Nous avons l'impression que ce problème aussi demandait peu de persévérance de la part de l'étudiant, mais il aurait pu tout de même engendré des frustrations chez certains étudiants.

3.4.2.3 Pommes

Un vendeur vend des pommes. Se sentant généreux il donne la moitié du contenu de son panier + 1 pomme au premier étranger qu'il rencontre, la moitié de ce qu'il lui reste + 1 pomme au second étranger et la moitié de ce qu'il lui reste + 1 pomme au troisième étranger rencontré. S'il lui reste ensuite une seule pomme, combien en avait-il au départ?

(provient d'un document d'Yvan Constantineau –
inspiré de Musser et Burger, 1991)

En lisant l'énoncé, nous remarquons que la résolution de ce problème fait intervenir la notion de fractions, matière qui a été étudiée dans le cadre du cours, mais seulement après que ce problème ait été résolu par les étudiants. Il est possible de résoudre ce problème de différentes façons, par exemple algébriquement et à rebours. Les schémas peuvent aussi être utilisés pour résoudre le problème, mais ils ne sont pas nécessaires. Même s'il y a plusieurs

méthodes possibles permettant de résoudre ce problème, elles conduisent à une seule solution et, une fois cette solution trouvée, les étudiants pourraient être en mesure de la valider eux-mêmes en remplaçant la valeur numérique trouvée dans l'énoncé pour savoir s'ils arrivent eux aussi à un reste d'une pomme après avoir rencontré le 3^e étranger. De plus, ce problème qui n'est pas dans un contexte purement mathématique ne demande aucune généralisation de la part des étudiants, mais nous avons l'impression que les étudiants auraient besoin d'être plus persévérants pour trouver une solution qu'aux deux problèmes présentés plus tôt. Ce problème aurait pu aussi faire peur aux étudiants, en partie parce qu'il comporte des fractions, en partie aussi parce que, par sa forme, il donne l'impression d'être un problème « algébrique ».

3.4.2.4 Neuf points

Joindre neuf points, disposés en un arrangement carré de trois fois trois points, par quatre segments rectilignes consécutifs, sans lever le crayon du papier ni repasser sur une partie du trajet.

(tiré de Mason. 1994. p. 95)

Comme l'énoncé de ce problème peut être interprété de différentes manières, nous avons fait quelques précisions au tableau lorsque nous l'avons présenté aux étudiants. Plus précisément, nous avons dessiné les neuf points formant un carré tout en précisant qu'un segment rectiligne est une ligne droite et que même s'ils ne peuvent pas repasser sur une partie du trajet, ils peuvent croiser les lignes.

Ce problème ne se résout que par essais-erreurs, c'est-à-dire en essayant de rejoindre les neuf points à l'aide de quatre segments rectilignes. Il est donc nécessaire d'utiliser des schémas pour résoudre ce problème qui ne demande aucune généralisation. De plus, il n'y a qu'une seule solution à ce problème, solution qui peut toutefois être dessinée en commençant par différents points, ce que certains peuvent considérer comme différentes solutions. Pour ceux et celles qui n'ont jamais résolu ce problème, ils doivent être persévérants puisque l'astuce, c'est-à-dire le fait qu'ils peuvent « dépasser » les points, n'est pas évidente. Le

contexte de ce problème nous semble purement mathématique et sa validation peut se faire par observation de la part de l'étudiant, quoique certains peuvent douter du fait qu'ils peuvent « dépasser » les points et auront besoin de la validation de d'autres personnes. De plus, ceux qui abandonnent le problème ne seront pas en mesure de valider par eux-mêmes leur solution, soit que le problème est impossible à résoudre.

3.4.2.5 Généalogie des abeilles

Les abeilles mâles éclosent d'œufs non fécondés. Elles ont donc une mère, mais pas de père. Les abeilles femelles éclosent d'œufs fécondés. Combien d'ancêtres de 12^e génération une abeille mâle a-t-elle ? De ces ancêtres, combien sont des mâles ?

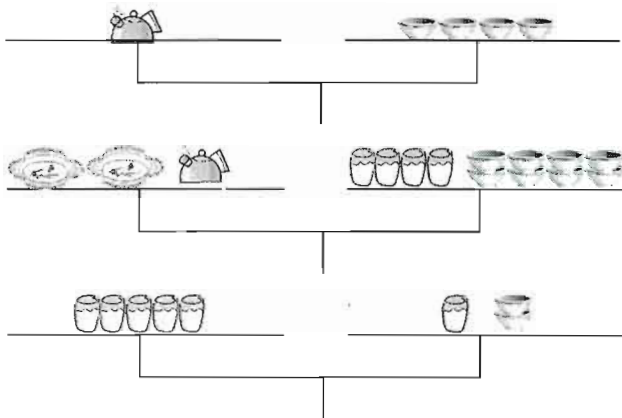
(tiré de Mason, 1994, p. 78)

Ce problème peut amener à la découverte de la suite de Fibonacci, qui était matière à examen, mais qui n'avait pas encore été étudiée lors de la résolution de ce problème.

La résolution de ce problème peut se faire à l'aide d'un schéma d'un arbre généalogique. Or, l'arbre généalogique qui se rend à la 12^e génération d'ancêtres possède plusieurs branches et devient difficile à dessiner sans se tromper. Il est possible de trouver une suite qui nous permet de trouver le nombre d'abeilles des générations précédentes sans continuer l'arbre généalogique. Cette suite, la suite de Fibonacci, est en quelque sorte une généralisation de l'arbre généalogique et peut être utilisée pour trouver le nombre d'ancêtres de d'autres générations. Les questions de ce problème demandant toutefois le nombre d'ancêtres dans une génération spécifique, il n'y a qu'une seule solution à chaque question. Que les étudiants résolvent le problème en faisant un arbre généalogique pour les 12 générations ou qu'ils essayent de trouver un « pattern » pour résoudre le problème sans avoir à faire l'arbre au complet, nous considérons que le niveau de persévérance nécessaire afin de résoudre ce problème est élevé. La solution pourrait être validée en regardant si le nombre trouvé est un terme de la suite de Fibonacci, mais comme les étudiants ne connaissaient pas encore cette suite, ils n'étaient pas en mesure de valider leur solution par eux-mêmes.

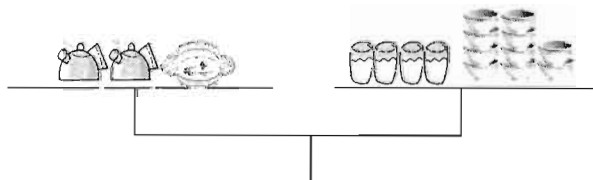
3.4.2.6 Balances

Sur une balance, je mets une cafetière, des assiettes, des bols et des verres. J'obtiens trois équilibres représentés par les trois dessins suivants :



1 - Quel objet est le plus lourd? Quel objet est le moins lourd?

2 - Est-ce que cette balance est en équilibre?



3 - Ajoute ce qu'il manque à cette balance pour atteindre l'équilibre.



(tiré de Philippe Clapponi, 1992-1993)

Les étudiants avaient deux semaines pour résoudre ce problème et le devoir l'accompagnant puisque ce devoir était plus long qu'à l'habitude. Les notions enseignées peu avant la remise de ce problème étaient reliées aux fractions, lesquelles peuvent être utilisées pour résoudre ce problème. La résolution de ce problème peut se faire par l'algèbre,

mais elle peut aussi se faire d'autres façons, comme par exemple à l'aide d'observations et de déductions. Indépendamment de la méthode de résolution choisie, il n'y a qu'une solution aux deux premières questions du problème et il est possible de trouver plusieurs solutions à la troisième question. Comme il n'y a aucun poids associé à chaque objet, la résolution de ce problème se fait de façon générale. Selon nous, les étudiants auront peut-être un peu de difficulté à décider comment ils vont s'y prendre pour résoudre le problème, mais la résolution elle-même ne devrait pas leur demander une grande persévérance. Enfin, les étudiants pourraient valider leur solution en remplaçant tous les objets sur les balances de départ par un seul objet pour voir si elles sont en équilibre.

3.4.2.7 Fourmi sur l'élastique

Une fourmi marche sur un élastique à partir d'une extrémité. Elle parcourt 6 cm à la minute. Au repos, l'élastique a 24 cm. Après chaque minute, l'élastique est allongé uniformément de 12 cm. Il peut s'allonger à l'infini. La fourmi se rendra-t-elle à l'autre bout de l'élastique? Si oui, en combien de temps? Sinon, pourquoi?

(problème classique tiré des notes de cours MAT 1011, UQAM)

La difficulté du problème de la fourmi est, selon nous, de prendre en considération que l'étirement de l'élastique influence la position de la fourmi. Avant la remise du problème, nous avions prévu que certains étudiants ne remarquent pas l'« astuce » et d'autres oui. Nous nous attendions aussi à ce que ceux qui ne remarquent pas l'« astuce » considère le problème facile et proposent une solution en peu de temps puisque le problème revient alors à calculer la distance parcourue indépendamment l'un de l'autre. Inversement, nous nous attendions à ce qu'une fois l'« astuce » remarquée, l'obtention d'une solution valide demande beaucoup de persévérance de la part des étudiants. Or, après la remise de ce problème et à la suite de discussions avec des étudiantes que nous considérons fortes, nous avons réalisé que la grande majorité ne penserait fort probablement pas à l'« astuce ». Nous avons alors décidé d'en parler en classe. Ainsi, une semaine après avoir présenté le problème aux étudiants, nous avons apporté un élastique en classe avec un point dessiné à l'une de ses

extrémités pour représenter la fourmi à son point de départ. À tour de rôle, les étudiants ont étiré l'élastique pour remarquer que le point « bougeait » tout seul, ce que nous espérions ferait réaliser à certains que la fourmi n'est pas à la même position après l'étirement de l'élastique et avant cet étirement.

L'« astuce » de ce problème n'est donc pas facile à voir et la modélisation du problème à l'aide d'un élastique peut s'avérer très utile. Après avoir remarqué l'« astuce », la résolution du problème nécessite plusieurs calculs numériques dans lesquels interviennent les fractions, notions étudiées avant la présentation du problème. Ces calculs numériques peuvent d'ailleurs être suffisants pour résoudre le problème, mais l'utilisation de schémas peut aussi aider à visualiser l'étirement de l'élastique et le déplacement de la fourmi. La solution à ce problème, qui ne nécessite aucune généralisation, n'est donc pas facile à trouver et, après avoir trouvé une solution, les étudiants n'ont aucun moyen pour la valider par eux-mêmes. Ce problème a été choisi en partie parce que nous avions l'impression qu'il ferait ressortir certaines frustrations chez les étudiants tout en permettant de voir leur niveau de persévérance.

3.4.2.8 Âge de l'homme

Un homme est resté enfant le sixième de sa vie; il a joué au hockey le douzième suivant (de sa vie); puis il s'est marié après avoir passé un septième (de sa vie) de plus; il a eu une fille née cinq ans après son mariage; sa fille a vécu la moitié du temps de vie du père. Si l'homme est mort 4 ans après sa fille, quel âge avait-il lorsqu'il est mort?

(tiré d'une banque de problème à la professeure Caroline Lajoie,
inspiré du problème classique du Tombeau de Diophante)

Le problème de l'âge de l'homme, qui est une réécriture du problème classique du tombeau de Diophante, a été présenté aux étudiants la semaine après leur examen. En raison du congé d'étude pendant de la semaine suivant la présentation de ce problème, les étudiants avaient, tout comme aux deux problèmes précédents, deux semaines pour le résoudre.

Encore une fois, les fractions interviennent dans la résolution de ce problème, notion qui a été étudiée avant la présentation de ce problème et sur laquelle les étudiants ont été évalué la semaine précédente. Même s'ils avaient déjà étudié les fractions et résolu des problèmes faisant intervenir ce concept, nous avons l'impression que ce problème demanderait beaucoup de persévérance de la part des étudiants, en partie parce qu'il n'est pas facile de voir ce qu'apportent les données concernant la vie de la fille et en partie parce que la valeur inconnue rappelle l'algèbre, ce qui peut faire peur.

La résolution de ce problème est générale puisqu'il n'y a aucune donnée numérique à partir de laquelle les étudiants peuvent travailler au départ. Le problème peut tout de même se résoudre de différentes façons, et ce, en étant ou non accompagné de schémas. Par exemple, il est possible de trouver la solution à l'aide de l'essai-erreur, en utilisant l'algèbre ou encore en utilisant une ligne du temps. La solution trouvée à l'aide de ces différentes méthodes et toujours la même, elle ne nécessite aucune généralisation, et sa vérification est possible en la remplaçant à nouveau dans l'énoncé et en additionnant chaque partie de la vie de l'homme.

3.4.2.9 Théorème de Pythagore

Le théorème de Pythagore est probablement le premier théorème appris à l'école et peut-être même le seul. Il existe plusieurs preuves de ce fameux résultat mathématique. Certaines seront à la portée de vos élèves, d'autres nécessitent des connaissances mathématiques plus avancées que celles qu'ils posséderont. Toutefois, vous devriez être en mesure de présenter le « pourquoi » de ce théorème de plusieurs façons. Je vous demande donc de m'expliquer une preuve visuelle du théorème de Pythagore, autre que celle qui est présentée dans votre livre, qu'elle soit compréhensible par un élève du primaire ou non.

(notre problème)

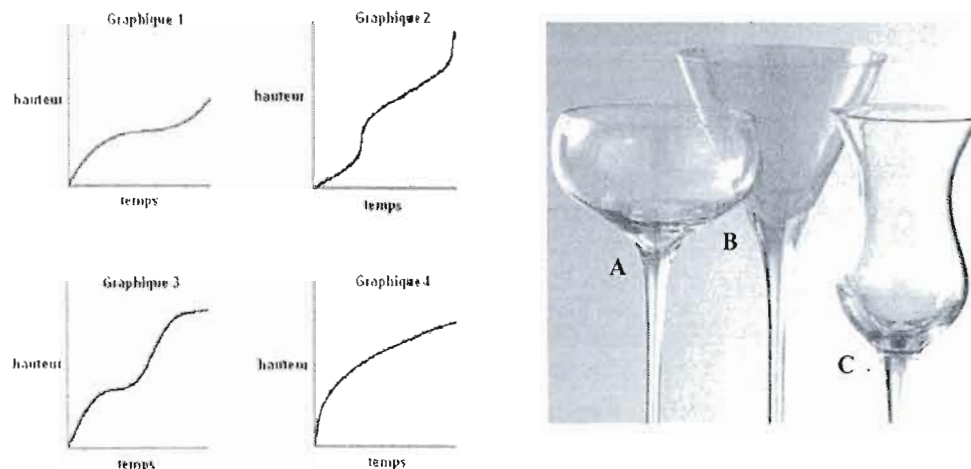
Le problème du théorème de Pythagore est un problème ayant un contexte purement mathématique et il a été rédigé explicitement pour travailler sur une preuve de ce théorème.

Il a été présenté aux étudiants après avoir travaillé une de ces démonstrations en salle de classe, soit en même temps que le problème de l'âge de l'homme. Les étudiants avaient donc deux semaines pour résoudre ce problème aussi, ce qui incluait la semaine d'étude.

Le problème demande de démontrer le théorème de Pythagore d'une autre façon que celle qui a été montrée en classe. Selon nous, une telle démonstration peut être vue comme une sorte de généralisation puisqu'elle considère tous les nombres a , b et c qui satisfont à l'équation $a^2 + b^2 = c^2$ en même temps. De plus, comme il y a plusieurs preuves de ce théorème, nous considérons qu'il y a plusieurs solutions au problème. Les solutions présentées par les étudiants devaient tout de même avoir un schéma puisque le problème demande une preuve visuelle. Pour trouver une preuve visuelle du théorème de Pythagore, il est possible de consulter différentes sources comme des manuels et Internet, mais après avoir expliqué la preuve qu'ils ont trouvée, les étudiants ne peuvent pas valider par eux-mêmes leur solution, c'est-à-dire leurs explications. En choisissant ce problème, nous n'avons pas l'impression qu'il demandait beaucoup de persévérance de la part des étudiants, mais ceux-ci auraient pu tout de même avoir besoin de temps pour trouver une preuve qu'ils étaient en mesure d'expliquer. Ce problème demande toutefois de se replonger dans l'algèbre, ce qui peut faire ressortir des attitudes négatives chez les étudiants.

3.4.2.10 Verres

Si nous voulions remplir un verre avec de l'eau à un débit constant, 1cm^2 par minute par exemple, il serait possible de dessiner le graphique de la hauteur de l'eau dans le verre en fonction du temps.



1 - Suppose que nous remplissions les trois verres A, B et C à un débit constant. Essaie d'associer chaque verre avec le graphique qui correspondrait le mieux au comportement de l'eau en fonction du temps. N'oublie pas d'expliquer clairement pourquoi tu as choisi un certain graphique plutôt qu'un autre.

2 - Décris à quoi ressemblerait le verre associé au graphique qui n'a pas été utilisé.

(problème et illustration tirés du site CAMI de l'Université de Moncton, 2005)

Le problème des verres était le seul problème à être présenté aux étudiants la semaine en revenant de la semaine d'étude puisque le devoir l'accompagnant était un peu difficile et nous sentions que les étudiants commençaient à en avoir assez des résolutions de problèmes. Ce problème, qui n'est pas dans un contexte purement mathématique, porte sur la lecture de graphiques, notion qui n'est pas étudiée dans le cadre du cours ni dans le cours préalable. Comme aucune valeur numérique n'est présente dans ce problème, la résolution est d'ordre général, c'est-à-dire qu'elle demande logique et observations pour faire le lien entre les

graphiques et les verres. De plus, le problème n'admet qu'une seule solution, non généralisée, pour chacune de ses questions et les schémas devront être utilisés pour résoudre le problème, tout en étant fort probablement utilisés pour présenter la solution à la deuxième question, soit celle de décrire le verre manquant. Enfin, il est possible de valider sa solution à ce problème, en particulier en regardant si le verre manquant ressemble à un des verres donnés, mais il est très probable que les étudiants ne savent pas comment s'y prendre pour valider leur solution à ce problème à moins de remplir des verres. De plus, nous avons l'impression que ce problème demanderait peu de persévérance de la part des étudiants.

3.4.2.11 Carrés d'un échiquier

Combien de carrés un échiquier ordinaire a-t-il ? Qu'en est-t-il pour un échiquier n par n ?

(réadaptation d'un problème tiré de Mason, 1994, p. 15)

Les notions étudiées pendant la semaine précédant la présentation du problème et sur lesquelles porte le devoir, c'est-à-dire les suites et les séries, sont utiles à la résolution de ce problème. En effet, la solution générale de ce problème est la somme des n premiers nombres carrés. Pour arriver à cette solution, les étudiants doivent répondre à la question pour un cas particulier et ensuite en déduire la généralisation. La résolution du cas particulier peut se faire de différentes façons, par exemple en regardant des cas particuliers encore plus simples ou en comptant tous les carrés de l'échiquier huit par huit. Indépendamment de la méthode utilisée, les étudiants doivent travailler avec un échiquier, qu'il soit de grandeur huit par huit ou autre, qu'il soit réel, dessiné ou encore imaginé.

Nous avons l'impression que les étudiants devraient être très persévérants pour être en mesure de trouver la solution au cas spécifique, de même que pour généraliser cette solution. Pour les mettre sur une bonne voie, nous avons attiré leur attention sur le fait qu'un carré n'est pas nécessairement de dimension 1 par 1. Ce problème, ne permet pas une validation interne, ni dans le cas spécifique, ni dans le cas général.

3.4.2.12 Prédiction mystérieuse

Inscris sur une feuille un nombre compris strictement entre 50 et 100. Ajoute 50 à ce nombre. Maintenant fais la somme du chiffre le plus à gauche avec le nombre formé des autres chiffres. (Exemple : avec une somme de 153, tu obtiens $1 + 53 = 54$)¹⁰. Tu enlèves ce dernier nombre obtenu, au premier nombre que tu avais inscrit sur ta feuille. Regarde bien ... Tu viens d'écrire **49** sur ta feuille. Explique le fonctionnement de ce mystère.

(réadaptation d'un problème tiré de Thérèse Eveilleau, 2005)

Nous considérons le problème de prédiction mystérieuse comme un problème de généralisation puisqu'il demande aux étudiants d'expliquer pourquoi le « truc » fonctionne toujours. Avant d'expliquer pourquoi le « truc » fonctionne dans le cas général, les étudiants peuvent commencer par s'assurer qu'il fonctionne pour le nombre de leur choix. Par la suite, ils peuvent essayer d'expliquer pourquoi il fonctionne en faisant des déductions ou encore en utilisant l'algèbre. Quoiqu'ils peuvent emprunter plusieurs chemins pour expliquer le fonctionnement du « mystère », la raison pour laquelle le « truc » fonctionne est toujours la même. Aussi, leur explication ne peut pas être vérifiée par les étudiants eux-mêmes. Enfin, en choisissant ce problème, nous avons l'impression que les étudiants seraient assez persévérants pour être en mesure de le résoudre.

3.4.2.13 Le nombre « 4 »

Retrouvez tous les nombres de 0 à 10 en vous servant, à chaque fois, de quatre « 4 ». Vous pouvez vous servir de l'addition, de la soustraction, de la multiplication et de la division.

(notre traduction d'un problème tiré d'Adams, 1989, p. 193)

¹⁰ L'exemple fourni illustre l'opération à effectuer, mais nous avons réalisé après coup que les nombres choisis ne respectent pas les contraintes précisées dans le problème, la somme étant supérieure à 150.

Ce problème a été présenté aux étudiants en même temps que le problème de prédiction mystérieuse et nous avons précisé aux étudiants qu'une même opération pouvait être répétée et qu'ils pouvaient utiliser des parenthèses. Sa résolution travaille l'ordre des opérations sur les entiers, qui devrait être maîtrisé par les étudiants. Or, cette résolution demande de la patience de la part des étudiants puisqu'elle n'est possible que par essai-erreur et que certains nombres tels que 7 et 10 sont plus difficiles à retrouver que d'autres. Certains des nombres recherchés n'ont qu'une seule solution tandis que d'autres ont plusieurs solutions. Toutes ces solutions peuvent être validées par les étudiants eux-mêmes, à l'aide ou non d'une calculatrice. Enfin, ce problème ne nécessite pas de généralisation et ne se prête pas bien à l'utilisation de schémas.

3.4.2.14 Casino

Au jeu de dés, un joueur professionnel accepte de parier sur la sortie d'un six en quatre coups, car il sait qu'il y a 671 chances sur 1296 de sortir un six, contre 625 sur 1296 de n'en sortir aucun. Par contre, le même joueur professionnel n'acceptera pas de parier sur la sortie d'un double six en 24 lancers de deux dés. Pourquoi?

(tiré des notes de cours MAT1011 – UQAM,
problème classique du Chevalier Méré)

Le problème classique du chevalier de Méré, que nous avons renommé le problème du casino pour que les étudiants ne puissent pas retrouver facilement la solution sur Internet, a été présenté pendant l'avant-dernière semaine de cours. Les probabilités ont été introduites en classe pendant les dernières semaines de cours, mais ce problème est plus complexe que ceux vus en classe. Comme aucun retour ne pouvait être fait sur ce problème puisqu'il était à remettre par les étudiants à la fin de la dernière journée de classe et que les probabilités étaient matière à examen, nous avons fait une exception et nous avons discuté du problème avec les étudiants qui venaient nous voir pour de l'aide tout en validant parfois leur solution.

Ce problème n'admet qu'une solution qui ne peut pas être vérifiée par les étudiants, mais il se résout de différentes façons. Entre autres, il est possible de trouver la solution en regardant toutes les possibilités d'avoir un double six ou encore en regardant toutes les possibilités de ne pas avoir un double six et de soustraire ce nombre au nombre total des possibilités. Il est aussi possible de trouver la solution à ce problème en utilisant une formule qui n'a pas été vue dans le cours, mais que certains ont possiblement vue dans leur cours de statistique. La résolution du problème, indépendamment de la méthode prise, peut être accompagnée ou non d'un schéma tel qu'un arbre de possibilités. Enfin, nous avons l'impression que ce problème, qui ne nécessite pas de généralisation, demanderait beaucoup de persévérance de la part des étudiants.

3.5 Déroulement de l'expérimentation

Tout au long de la session, les problèmes à résoudre et les questionnaires à remplir étaient partie intégrante du cours. Ce n'est qu'à la fin de la session que les étudiants ont appris que nous menions une recherche portant sur les attitudes des futurs enseignants du primaire par rapport à la résolution de problèmes mathématiques et que nous souhaitions qu'ils participent à notre recherche en nous remettant leurs écrits à des fins d'analyse. Nous souhaitons ainsi que l'activité de résolution de problème soit perçue par eux comme une activité d'apprentissage et non comme une activité de recherche pour laquelle ils seraient de « simples » sujets d'expérimentation.

3.5.1 Conditions de passation des questionnaires

Les étudiants ont répondu au questionnaire diagnostique en salle de classe à la fin de la deuxième semaine de cours. Les 40 étudiants du premier groupe ont répondu à ce questionnaire pendant les 15-20 dernières minutes du 4^e cours de la session, c'est-à-dire le 18 janvier 2006 en fin d'après-midi. Les 56 étudiants du deuxième groupe ont répondu au questionnaire diagnostique le lendemain midi, pendant environ les 25 premières minutes du cours. Il est à noter que les étudiants absents ont répondu au questionnaire à la maison et nous l'ont apporté quelques jours plus tard.

À toutes les semaines, les étudiants avaient un ou deux problèmes à résoudre. Ces problèmes leur étaient présentés le mercredi ou le jeudi et ils avaient une, parfois deux, semaine(s) pour les résoudre à la maison. Avant de résoudre chacun des problèmes, ils devaient répondre à quelques questions du questionnaire l'accompagnant. En résolvant chacun des problèmes, ils devaient écrire tout ce qu'ils faisaient, pensaient et ressentaient. Enfin, après la résolution de chacun des problèmes, ils devaient répondre à la fin du questionnaire l'accompagnant.

Le questionnaire final a été remis aux étudiants du premier groupe le 10 avril 2006, soit au début de la dernière semaine de cours. Les étudiants ont alors demandé pour y répondre à la maison pour terminer le cours plus tôt en raison de la belle température, ce que nous avons accepté. Tous les questionnaires remplis ont été ramassés au dernier cours, c'est-à-dire le 12 avril 2006. Les étudiants du deuxième groupe eux ont répondu au questionnaire final pendant environ les 30 premières minutes de l'avant-dernier cours, soit le 11 avril 2006. Il faut aussi noter que le problème du *casino* n'avait pas encore été résolu par certains étudiants puisqu'il n'était à remettre que quelques jours plus tard. Ils n'ont donc pas été en mesure de se prononcer sur leur appréciation de ce problème ainsi que sur leur perception de la difficulté de celui-ci comparativement aux autres problèmes de la session.

En nous rappelant une remarque faite par Kulm (1980), c'est-à-dire que les étudiants pourraient en temps de stress considérer des questionnaires comme une perte de temps, et en prenant en considération qu'ils étaient « tannés » de répondre à des questionnaires, nous avons décidé avant la passation du questionnaire final de récompenser les étudiants qui y répondaient sérieusement en remplaçant leur moins bonne note de toutes les résolutions de problème par une note parfaite, ce que nous leurs avons dit lors de la passation de ce questionnaire. En posant ce geste, nous souhaitons encourager les étudiants à répondre au questionnaire avec soin.

3.5.2 Évaluation des résolutions de problèmes

Dans le cadre du cours, les solutions et les démarches de résolution de problèmes, de même que les réponses aux questionnaires ont fait l'objet d'une évaluation. La note attribuée à la solution à un problème était basée, dans un premier temps, sur la clarté avec laquelle l'étudiant présentait sa démarche de résolution et, dans un deuxième temps, sur le sérieux avec lequel l'étudiant avait répondu au questionnaire accompagnant chaque problème écrit, incluant ses réflexions et l'expression de ses sentiments. Il n'y avait toutefois aucun point attribué à la réponse finale, qu'elle soit bonne ou non. En d'autres mots, les étudiants qui abandonnaient avant d'aboutir à une réponse n'étaient pas pénalisés, et ce, pour ne pas biaiser les données sur leur niveau de persévérance. Toutefois, les étudiants qui ne tentaient pas de répondre à la bonne question se voyaient pénalisés d'environ 10 %. Par exemple, au problème des blocs, si un étudiant donnait le nombre de blocs que Chantale pouvait avoir sans dire combien il lui en reste après les avoir mis en rangs de dix, il était pénalisé puisqu'il ne répondait pas à la bonne question.

3.5.3 Discussion en classe autour des problèmes résolus

À chaque semaine, après la remise du devoir corrigé, nous demandions à des volontaires de partager avec les autres leur(s) solution(s) ainsi que leur(s) méthode(s) de résolution. Si aucun étudiant ne se portait volontaire, nous soulevions des solutions et des méthodes de résolution que nous avions remarquées et posions quelques questions pour provoquer des réflexions chez les étudiants.

3.6 Sélection des participants

3.6.1 Approche des volontaires

À la fin de la session, nous avons demandé aux étudiants, en grand groupe, quelle était leur appréciation de notre activité de résolution de problèmes. La majorité des étudiants ont affirmé que l'activité était importante puisqu'elle leur a permis de se mettre dans la peau

de leurs futurs élèves et de prendre conscience des sentiments qu'ils pourraient ressentir lors de la résolution de problèmes. Les étudiants ont aussi remarqué qu'il était important de bien s'exprimer à l'écrit puisque même s'ils pensaient que leurs explications étaient claires, nous commentions parfois qu'ils devaient clarifier davantage leurs idées. Les étudiants ont aussi mentionné que l'activité était pertinente pour eux. En effet, tous étaient d'avis qu'elle demeure une partie importante du cours. Quelques changements ont toutefois été suggérés. Les étudiants ont mentionné qu'il vaudrait mieux « ne pas donner autant de résolutions de problèmes pendant la session » parce qu'ils étaient rendus « tannés » de la résolution de problèmes. Ils ont aussi mentionné que les questionnaires étaient longs et qu'ils seraient peut-être bien de le réduire ou encore d'alterner les questions de semaine en semaine.

Après cette discussion, nous avons expliqué que notre mémoire de maîtrise portait sur les attitudes des futurs enseignants du primaire en résolution de problèmes mathématiques. Nous avons alors invité les personnes intéressées à participer à notre recherche à nous remettre de nouveau leurs résolutions de problèmes et leurs réponses aux questionnaires qui faisaient partie de leurs devoirs, cette fois pour fins d'analyse. Nous avons insisté sur le fait que leur participation était entièrement volontaire et que leur décision n'affecterait aucunement leur résultat pour le cours. Aussi, nous leur avons spécifié qu'ils pouvaient nous remettre leurs documents de façon anonyme et, en conformité avec les demandes du comité d'éthique de l'Université de Moncton, nous avons demandé qu'ils signent un formulaire de consentement (Appendice D). Ils pouvaient remettre le tout au surveillant de l'examen final. Ce dernier les remettrait alors à la secrétaire du département qui s'assurerait que nous ne pouvions les voir qu'après la remise des notes finales. Un formulaire de consentement leur a été distribué à la fin de la discussion pour qu'ils puissent le lire à tête reposée avant l'examen final.

3.6.2 Choix parmi les volontaires

En tout, 57 étudiants nous ont remis leurs questionnaires et résolutions de problèmes à des fins d'analyses. Pour être en mesure de faire une analyse qualitative, nous avons dû faire un choix de quelques participants parmi ces volontaires. Nous avons premièrement fait

un survol des réponses de tous les volontaires aux questionnaires diagnostic et final, ce qui nous a permis de voir qu'il semblait y avoir eu des changements d'attitudes chez tous les volontaires. Nous avons ensuite fait, pour chaque volontaire, une grille qui regroupait, sur une même feuille, leurs réponses au questionnaire diagnostic et au questionnaire final. Nous pouvions alors avoir une meilleure idée des changements d'attitudes qui ont eu lieu pendant la session (Tableau 3.2, Appendice E).

Dans les colonnes « Début » et « Fin », nous inscrivions les choix de réponses que l'étudiant avait cochés dans les questionnaires diagnostic et final respectivement tandis que la colonne « Comparaison » servait à écrire la perception que l'étudiant avait de son changement, c'est-à-dire ce qu'il a répondu dans le tableau à la fin du questionnaire final. Nous inscrivions :

- « + + » pour désigner un crochet à la colonne « beaucoup plus qu'avant »,
- « + » pour désigner un crochet à la colonne « plus qu'avant »,
- « - » pour un crochet à la colonne « moins qu'avant »,
- « - - » pour un crochet dans la colonne « beaucoup moins qu'avant » et
- « 0 » pour un crochet dans la colonne « autant qu'avant ».

En remplissant une telle grille pour chaque volontaire, nous nous sommes aperçue que plusieurs semblaient se contredire puisque leur perception de leurs changements d'attitudes ne correspondait pas toujours aux changements que nous percevions en regardant leurs réponses aux questionnaires diagnostic et final. Nous avons aussi remarqué qu'il serait difficile de prendre en considération tous les aspects de la résolution de problèmes à l'égard desquels nous voulions étudier les attitudes pour faire un choix de participants parmi les volontaires. Nous avons donc décidé de nous attarder aux changements à l'égard de quelques aspects de la résolution de problèmes, plus précisément à des aspects affectifs de la résolution de problèmes, soit l'appréciation, la confiance et la persévérance de chaque volontaire, et ce, toujours d'après leurs réponses aux questionnaires diagnostic et final.

Une deuxième grille a ensuite été créée pour placer les étudiants selon leur appréciation, leur confiance et leur persévérance (Tableau 3.3, Appendice E). Dans la grille,

- le mot « aime » inclus les choix de réponses « adore » et « aime »,
- les mots « aime pas » inclus les choix de réponses « n'aime pas » et « déteste »,
- le mot « bon » inclus les choix de réponses « excellent » et « bon »,
- les mots « pas bon » inclus les choix de réponses « pas bon » et « nul »,
- la « persévérance » fait référence aux choix de réponses « 10 à 30 minutes », « 30 à 60 minutes » et « plus d'une heure » et
- les mots « pas persévérant » fait référence aux choix de réponses « moins de 5 minutes » et « 5 à 10 minutes ».

La ligne du haut du tableau représente les attitudes exprimées au questionnaire diagnostic tandis que la colonne de gauche représente les attitudes exprimées au questionnaire final.

Un premier tri a été fait en prenant une personne par catégorie et quelques personnes dans la catégorie où il y a 11 volontaires. En regardant davantage ces volontaires, nous avons remarqué que certains se ressemblaient, comme, par exemple, P1 et P2 (Tableau 3.4, Appendice E).

Même si ces deux volontaires ne font pas tous les deux les mêmes choix de réponses, de façon individuelle, il n'y a aucun changement sur leur niveau de confiance ainsi que sur leur niveau de persévérance du début à la fin de la session. De plus, toutes les deux, elles aiment moins la résolution de problèmes à la fin de la session qu'au début, en descendant d'un échelon chacune.

À la suite d'un autre tri effectué en regardant les profils qui se ressemblaient, nous nous sommes arrêtée sur onze sujets auxquels nous avons attribué des pseudonymes (Tableau 3.5, Appendice E).

3.7 Mode de traitements des données

Pour avoir une vue d'ensemble de tous les questionnaires auxquels les sujets ont répondu pendant la session, nous avons rempli deux tableaux pour chaque sujet, un ayant les

réponses au questionnaire diagnostic et au questionnaire final, l'autre ayant les réponses à tous les questionnaires qui accompagnaient les problèmes. Le deuxième tableau comprend aussi des sentiments que nous avons attribués à certaines expressions retrouvées dans les écrits des étudiants. L'analyse s'est faite en regardant ces tableaux, dans un premier temps pour décrire les attitudes qui se dégagent des écrits et dans un deuxième temps pour établir des liens entre les attitudes par rapport à différents aspects de la résolution de problèmes.

CHAPITRE IV

ANALYSE ET INTERPRÉTATION

Dans ce chapitre, nous tenterons de répondre en deux temps à nos questions de recherche, soit :

- Quelles sont les attitudes des futurs enseignants du primaire par rapport à la résolution de problèmes mathématiques?
- Comment évoluent les attitudes des futurs enseignants du primaire par rapport à la résolution de problèmes dans le cadre d'un cours de mathématiques?

Dans un premier temps, nous regarderons les écrits de chaque étudiant pour en dégager ses attitudes cognitives, affectives et sociales de même que l'évolution de celles-ci au fil de la session. Dans un deuxième temps, nous regarderons l'ensemble des écrits des onze étudiants retenus pour la recherche afin d'en ressortir les principales attitudes de l'ensemble du groupe, de même que l'évolution de celles-ci au fil de la session.

4.1 Les attitudes de chaque individu

Nous présentons dans cette section, les attitudes de chaque étudiant de façon individuelle. Pour chacune de ces personnes, nous commençons par un résumé de ses principales attitudes.

4.1.1 Annabelle

Résumé

Annabelle a beaucoup plus confiance en elle-même à la fin de la session qu'au début de celle-ci. Pendant la session, elle a confiance en ses habiletés à résoudre un problème si elle a une idée de comment s'y prendre pour le résoudre tandis qu'elle a moins confiance lorsqu'elle ne sait pas comment s'y prendre. De plus, si elle a confiance en ses habiletés après avoir lu l'énoncé d'un problème, elle a aussi confiance en sa solution et en sa démarche après la résolution du problème tandis que si elle a moins confiance en elle-même avant la résolution d'un problème, elle a moins confiance en sa solution et en sa méthode après la résolution. À la fin de la session, les problèmes où elle a moins confiance avant et après la résolution font partie des problèmes qu'elle perçoit comme les plus difficiles et les problèmes perçus comme les plus faciles sont des problèmes similaires à d'autres qu'elle a déjà résolus. De plus, elle trouve difficile de se prononcer sur l'existence ou non de d'autres méthodes de résolution, surtout lorsqu'elle n'a pas réussi à trouver une solution ou quand elle n'a pas confiance en la solution qu'elle a trouvée.

Annabelle aime aussi beaucoup plus la résolution de problèmes à la fin de la session qu'au début de celle-ci, et ce, parce que « ce n'est pas la réponse qui est importante, mais le travail ». Elle aime les problèmes qui ne sont pas trop compliqués et n'aime pas ceux pour lesquels elle ne trouve pas de solution ou encore ceux dont la solution trouvée n'est pas la même que celle trouvée par des camarades. Les problèmes qu'elle n'aime pas sont ceux où elle n'a pas confiance en elle-même, ni avant, ni après la résolution. En plus, les problèmes nécessitant plus de 2 heures pour leur résolution engendrent de la frustration chez Annabelle. D'ailleurs, à la fin de la session, elle classe ces problèmes parmi les plus difficiles du cours.

Les contextes réalistes semblent très importants pour Annabelle. Au problème des abeilles, elle vérifie sur Internet si l'information au sujet de la reproduction est vraie. Elle affirme que si cette information n'est pas vraie, le problème est impossible. De plus, elle fait attention à de petits détails tels que le « s » au mot « rangées » au problème des blocs et

justifie le fait que Chantale ne peut pas avoir 9 blocs en disant qu'elle doit être capable de faire plusieurs rangées de 10 blocs.

Attitudes affectives

La confiance en soi

Annabelle semble beaucoup plus confiante à la fin de la session qu'elle ne l'était au début. En effet, au questionnaire final, elle se considère «excellente» en résolution de problèmes, ce qui est, selon elle, « beaucoup plus » qu'au début de l'année. D'ailleurs, au questionnaire diagnostique, elle affirme qu'elle se considère « assez bonne » en résolution de problèmes, ce qui est trois échelons en dessous d'« excellente ».

Même si la confiance qu'elle a en elle-même semble augmenter de façon significative pendant la session, il y a tout de même quelques problèmes répartis tout au long de la session face auxquels Annabelle n'a pas une grande confiance en ses habiletés, du moins suite à une lecture de ces problèmes. D'ailleurs, lorsqu'elle exprime son niveau de confiance en ses habiletés à l'aide d'un échelon inférieur à 5 sur l'échelle de 1 à 6, elle exprime une certaine incertitude en écrivant qu'elle est « un peu incertaine » (*Métiers, Magie*) ou encore « plutôt incertaine » (*Fourmi, Abeilles*) face aux problèmes. En plus d'exprimer de l'incertitude face à ces problèmes, elle affirme qu'elle ne sait pas comment s'y prendre pour les résoudre (*Métiers, Abeilles, Fourmi, Magie*) tout en expliquant à l'un des problèmes qu'il y a longtemps qu'elle n'a pas résolu « ce genre » de problème et qu'elle a « peur d'être un peu rouillé »¹¹ (*Métiers*).

Pour ce qui est des problèmes où Annabelle utilise un niveau de confiance supérieur ou égal à 5 pour décrire la confiance qu'elle a en ses habiletés de résolution (*Blocs, Pommes, 9 points, Balances, Âge, Pythagore, Verres, Les « 4 »*), elle affirme se sentir « assez bien » (*Blocs, Les « 4 », Pommes*), « plutôt bien » (*Pythagore*) ou « assez confortable » (*Verres*) ou

¹¹ Les passages tirés des écrits des étudiants sont réécrits tel quel.

encore n'avoir « aucune inquiétude » (9 points) face à la majorité de ces problèmes puisqu'elle a déjà une idée de comment elle va s'y prendre (*Blocs, Verres, Pommes*) ou parce qu'elle a déjà résolu ces problèmes ou des problèmes similaires (9 points, *Pythagore*). Il y a tout de même deux problèmes (*Âge, Balances*) où elle utilise des niveaux de confiance élevés (5 et 5.5) mais où elle affirme être « un peu insécure » et « assez incertaine », ce qu'elle explique en écrivant que le problème de l'âge « semble demander beaucoup de temps et de réflexions », mais qu'elle « comprend bien la partie [...] sur les fractions, par conséquent [elle] doit avoir les habileté pour résoudre ce problème ». Elle explique aussi son incertitude face au problème des balances en écrivant qu'elle « ne sait pas trop par où commencé », mais elle ne précise pas pourquoi elle se sent tout de même confiante.

En plus d'avoir souvent confiance en ses habiletés à résoudre un problème, Annabelle semble avoir souvent confiance en sa méthode de résolution et en sa solution et il semble y avoir un lien entre la confiance d'Annabelle avant et après la résolution d'un problème. En effet, lorsqu'elle utilise un niveau de confiance supérieur ou égal à 4 avant la résolution d'un problème, elle utilise aussi ces niveaux de confiance supérieurs après la résolution pour décrire la confiance qu'elle a en sa démarche et celle qu'elle a en sa solution (*Blocs, Métiers, Pommes, 9 points, Balances, Pythagore, Verres, Les « 4 »*). De même, elle utilise les nombres inférieurs ou égaux à 3 pour décrire la confiance qu'elle a en sa solution et en sa démarche après la résolution des problèmes pour lesquels elle a utilisé les nombres 2 ou 3 pour désigner le niveau de confiance qu'elle avait en ses habiletés après la lecture de l'énoncé (*Abeilles, Fourmi, Magie*). Il n'y a qu'une exception à cette observation, soit le problème de l'âge de l'homme, problème où Annabelle affirme avant la résolution être à la fois « un peu incertaine » et confiante puisqu'elle comprend bien les fractions. Même si elle exprime de la confiance avant la résolution de ce problème, après la résolution, elle utilise le niveau de confiance le plus bas, soit 1, tout en écrivant qu'elle est « inconfiante » puisque les deux solutions qu'elle a trouvées lui semblent fausses.

La persévérance

Annabelle semble persévérante tout au long de la session. En effet, elle travaille longtemps sur plusieurs résolutions de problèmes, qu'elle ait confiance ou non et elle n'abandonne jamais. En particulier, les problèmes face auxquels elle n'a pas confiance ni en sa solution ni en sa démarche nous permettent d'observer à quel point cette étudiante est persévérante puisqu'elle travaille sur certains d'entre eux plusieurs heures. Même qu'elle affirme avoir travaillé « 5 heures » sur les problèmes de la fourmi et de l'âge de l'homme.

Les autres sentiments exprimés

Nous remarquons que les problèmes où Annabelle n'a pas confiance en sa solution, ni en sa démarche, en plus d'être les problèmes sur lesquels elle a travaillé au moins deux heures, sont les problèmes où elle a exprimé, lors de la résolution, un sentiment d'impuissance tout en doutant de la véracité des données (*Abeilles*), de l'existence d'une solution (*Abeilles*), de son raisonnement (*Abeilles*, *Fourmi*, *Âge*), de sa méthode (*Fourmi*, *Âge*), de la solution proposée par un(e) collègue (*Fourmi*), de sa solution (*Âge*) ou encore de sa capacité d'explication (*Magie*). Lors de la résolution de ces problèmes, elle exprime aussi à quelques reprises de la frustration (*Abeilles*, *Fourmi*, *Âge*) et/ou le sentiment de faire fausse route (*Fourmi*, *Âge*). Toutefois, nous observons aussi de façon isolée la satisfaction d'avoir « au moins réussi à arriver à un résultat » au problème des abeilles, ce qu'Annabelle classe par la suite de « soulagement ».

Annabelle exprime aussi des sentiments « négatifs » lors de la résolution de problèmes où elle finit par obtenir une solution en laquelle elle a confiance. D'ailleurs, lors des résolutions de problèmes où elle affirme avoir travaillé plus d'une heure pour trouver une solution en laquelle elle a confiance, elle doute de ses capacités à résoudre le problème avant la résolution (*Balances*) ainsi que de la clarté de ses explications pendant la résolution (*Balances*). Elle exprime aussi une certaine confusion au début de la résolution du problème des balances et elle utilise un visage triste lorsqu'elle n'arrive pas à trouver une des solutions au problème des « 4 ». Toutefois, elle termine ces résolutions de problèmes qui lui

ont pris environ une heure, mais où elle est confiante, en dessinant un visage souriant, qui veut dire, pour nous, qu'elle ressent de la satisfaction. Elle exprime aussi un doute en sa solution au problème des verres lorsqu'elle vérifie sa solution, doute qui n'était pas présent lors de la résolution du problème.

Pour ce qui est des problèmes où elle a confiance en sa solution et en sa démarche, mais où la résolution lui a pris moins d'une heure, elle se dit « indifférente » (*Pommes, 9 points, Pythagore, Verres*) lors de la résolution de problème, sauf au problème des blocs où elle n'écrit aucun sentiment, mais ce manque de sentiments peut lui aussi être un indice d'indifférence. Le temps pris pour résoudre un problème semble donc avoir une influence sur ses sentiments lors de la résolution d'un problème.

L'appréciation de la résolution de problèmes

En plus d'avoir plus confiance en elle-même, Annabelle affirme à la fin de la session aimer la résolution de problèmes « plus » qu'avant. En effet, elle affirme au début de la session ne pas aimer la résolution de problèmes puisque « parfois c'est une démarche trop longue pour arriver à la solution ». Toutefois, à la fin de l'expérimentation, elle « aime » la résolution de problèmes puisque « ce n'est pas la réponse qui est importante, mais le travail ». Elle ajoute aussi que « c'est intéressant de faire ce genre de problème dans une classe car cela permet aux élèves moins forts de bien réussir ». Elle semble donc, à la fin de la session, apprécier la résolution de problèmes puisqu'elle n'a pas besoin de trouver une solution valide pour avoir « réussi ».

Même si, d'après cette dernière observation, il semble y avoir un lien entre l'appréciation d'un problème et l'importance d'obtenir une bonne solution, lorsque nous regardons plus attentivement les problèmes qu'elle a résolus pendant la session, nous remarquons qu'elle justifie plutôt son appréciation d'un problème en se basant sur la facilité de ceux-ci (*Blocs, Métiers, Balances, Verres, Les « 4 »*). D'ailleurs, il n'y a que le problème du théorème de Pythagore qu'elle affirme avoir aimé sans mentionner qu'il n'était pas « trop compliqué ». Annabelle précise aussi à partir de la mi-session environ que même si certains

problèmes n'étaient pas « trop compliquer », ils font « tout de même réfléchir » (*Balances, Verres, Les « 4 »*).

Même si Annabelle aime la résolution de problèmes à la fin de la session et qu'elle semble apprécier plusieurs des problèmes qui lui ont été présentés pendant la session, elle n'a pas aimé résoudre tous les problèmes qui lui ont été présentés pendant la session. Plus particulièrement, elle se dit indifférente face au problème des 9 points puisqu'elle l'avait déjà résolu, tout en ajoutant que la première fois qu'elle l'a résolu, elle l'avait « vraiment aimé ». De plus, elle explique qu'elle n'a pas aimé ou pas « tellement » aimé les problèmes où elle n'a pas pu arriver à une solution (*Abeilles, Âge, Magie*) et où sa solution ne concordait pas avec celle de ses camarades de classe (*Fourmi*). Il y a aussi le problème des pommes qu'elle affirme ne pas avoir aimé, mais elle explique qu'il ne lui a pas causé de difficulté; il ne l'« attirait » tout simplement pas. Nous remarquons aussi que les problèmes qu'Annabelle n'a pas apprécié résoudre sont les problèmes qu'elle a terminés sans être certaine de sa méthode de résolution ni de sa solution. Il est à noter qu'à une exception près (*Abeilles*), ces problèmes font encore partie, à la fin de la session, des problèmes les moins appréciés.

Le temps semble avoir eu une influence sur l'appréciation qu'Annabelle a de certains problèmes spécifiques. En effet, il y a quelques problèmes qu'Annabelle affirme avoir aimés immédiatement après leur résolution, mais, à la fin de la session, elle place ces problèmes parmi les problèmes les moins (*Pythagore, Verres*) appréciés et vice-versa (*Pommes, Abeilles*).

Le lien entre l'appréciation d'un problème et le temps pris à résoudre celui-ci

Après la résolution d'un problème, Annabelle affirme l'avoir aimé ou être indifférente face à celui-ci lorsque sa résolution lui a pris moins de 2 heures tandis qu'elle affirme ne pas l'avoir aimé s'il lui a pris 2 heures ou plus à résoudre, et ce, pour tous les problèmes, à une exception près. En effet, il n'y a que le problème des pommes qui ne correspond pas à cette observation parce qu'elle affirme ne pas l'avoir aimé immédiatement

après la résolution puisqu'il ne « l'attirait » pas, même si elle affirme y avoir travaillé seulement 25 minutes.

L'ordre d'appréciation et l'ordre de difficulté des problèmes à la fin de la session

Les problèmes où Annabelle n'a pas très confiance en sa méthode ou en sa solution font partie des problèmes qu'elle perçoit, à la fin de l'année, comme les plus difficiles de la session (*Abeilles, Fourmi, Âge, Magie*). Inversement, les problèmes qu'elle affirme ne pas avoir trouvé compliqués immédiatement après la résolution font partie des problèmes qu'elle perçoit, à la fin de l'année, comme les moins difficiles (*Blocs, Métiers, Pommes, 9 points, Balances, Pythagore, Verres*), à l'exception du problème des « 4 », qui lui est parmi les problèmes les plus difficiles à la fin de la session même si elle ne l'a pas trouvé trop compliqué. Nous remarquons aussi que les problèmes qui occupent les premiers rangs de « facilité » sont des problèmes qu'Annabelle avait déjà résolus auparavant (*9 points, Pythagore*) ou des problèmes similaires à d'autres résolus auparavant (*Métiers*).

Attitudes cognitives

La vérification de la solution

Annabelle affirme vérifier sa solution « souvent », et ce, à la fois au questionnaire diagnostic et au questionnaire final. Au début de la session, elle explique qu'elle vérifie pour s'« assurer d'avoir la bonne réponse » et elle le fait souvent en comparant avec des amis. Cette idée revient d'ailleurs à la fin de l'expérimentation puisqu'elle se dit « plus confiante » lorsqu'elle consulte ses amis « avant de remettre [son] problème ». Pourtant, pendant la session, elle semble seulement avoir révisé trois de ses résolutions (*Métiers, Verres, Âge*) et elle ne fait pas référence à ses collègues de classe ni lors de ces vérifications ni lors de la résolution de ces problèmes. Elle précise d'ailleurs qu'elle a « réviser le problème à 2 reprises » lorsqu'elle répond à la question qui traite de sa confiance en sa solution au problème des métiers et qu'elle a « relue » sa démarche au problème des verres pour la vérifier. De plus, nous avons l'impression qu'elle a vérifié sa solution au problème de l'âge

de l'homme puisqu'elle explique pourquoi celle-ci est absurde. Même si Annabelle ne mentionne presque jamais avoir vérifié sa solution, il se peut qu'elle compare sa démarche et sa solution avec ses amis avant de remettre le devoir, comme elle le mentionne d'ailleurs dans le questionnaire final, mais qu'elle n'en laisse aucune trace dans ses écrits.

L'utilisation de schémas

En plus d'affirmer qu'elle vérifie souvent sa solution, Annabelle affirme, à la fois au début et à la fin de la session, qu'elle utilise aussi « souvent » des schémas puisqu'elle est « visuelle » et que les schémas « facilite la compréhension » (*questionnaire final – même idée au questionnaire diagnostic*). Or, en observant ses résolutions de problèmes, nous remarquons qu'elle utilise des schémas dans la moitié des problèmes qu'elle a remis à des fins d'analyse et que ces schémas semblent être utilisés pour illustrer la solution (*Métiers, 9 points, Verres*) ou pour résoudre le problème (*Métiers, Abeilles, Fourmi, Pythagore*). De plus, parmi ces problèmes où elle utilise des schémas, la moitié demandait un schéma pour résoudre le problème (*9 points, Verres, Pythagore*) et le tableau utilisé au problème des métiers est possiblement inspiré des tableaux utilisés lors de la résolution de problèmes similaires à l'école. Annabelle utilise donc seulement à deux reprises des schémas lors de la résolution de problèmes où elle aurait pu s'en passer (*Abeilles, Fourmi*) tandis qu'il y a plusieurs autres problèmes où elle aurait pu s'en servir de la même façon, mais où elle ne fait aucun schéma (*Blocs, Pommes, Balances, Âge*).

L'importance d'obtenir une solution valide

Dès le début de la session, Annabelle est « tout à fait en désaccord » avec l'idée que l'aspect le plus important en résolution de problèmes est l'obtention d'une bonne solution puisque « c'est le travail qui compte ». Elle affirme aussi que cet aspect de la résolution de problèmes est encore moins important pour elle à la fin de la session puisque « c'est l'explication du problème qui est important ». Nous nous demandons toutefois si « l'explication » et « le travail » ont la même signification pour l'étudiante. Est-ce que « l'explication » à laquelle elle fait référence dans le questionnaire final veut dire sa méthode

de résolution ou l'explication de celle-ci? Est-ce qu'en mettant l'accent sur l'explication de la démarche de résolution pendant la session, nous avons donné l'impression à Annabelle que la réponse et la démarche ne sont point importantes? Il suffit donc qu'une personne explique bien ce qu'elle fait, peu importe ce qu'elle fait?

L'existence ou non de d'autres solutions

Annabelle affirme au début de la session qu'en résolution de problèmes « il n'y a pas de mauvaise réponse tant et aussi longtemps que le travail est bien fait ». Ainsi, pour Annabelle, un problème n'admet pas qu'une seule bonne solution. Cette idée semble toutefois changer puisque même si son choix de réponse est similaire à la fin de la session, sa justification ne va pas dans le même sens. En effet, elle explique qu'« il peut parfois avoir plusieurs solutions... le problème avec le 4 en est un bon exemple ». Pendant la session, elle affirme aussi à quelques reprises que le problème qu'elle vient de résoudre admet plusieurs solutions (*Blocs*, *Âge*, *Pythagore*, *Les « 4 »*), mais la majorité des problèmes semblent tout de même avoir une seule solution selon elle (*Métiers*, *Pommes*, *9 points*, *Abeilles*, *Balances*, *Fourmi*, *Verres*, *Magie*). Lorsqu'elle se prononce sur le nombre de solutions possibles à un problème, elle a souvent raison, mais il y a quand même quelques problèmes où elle a tort. Plus particulièrement, elle n'a pas raison de dire qu'elle a présenté toutes les solutions possibles aux problèmes des balances ni de dire que le problème de l'âge de l'homme peut avoir plus d'une solution parce que « la fille a vécu la moitié de la vie de son père peut avoir plus d'une valeur ». Elle n'a pas non plus raison de dire que le problème des blocs peut admettre plusieurs solutions. Or, elle semble mélanger le nombre de blocs total et le nombre de blocs restant, ce qui fait en sorte qu'elle a raison de dire qu'il y a d'autres nombres de blocs possibles qui font en sorte que le reste est le même.

La définition du mot « méthode »

En regardant les problèmes résolus par Annabelle, nous remarquons que l'idée qu'elle se fait du mot « méthode » ne semble pas toujours être la même. Parfois elle semble prendre en considération l'ordre dans lequel les étapes sont faites comme un différent

chemin, mais d'autres fois non. D'ailleurs, aux problèmes des 9 points, des balances et du théorème de Pythagore elle semble considérer l'utilisation de la même méthode de résolution, mais en commençant par une étape différente comme une différente méthode de résolution. Elle affirme d'ailleurs qu'il y a différentes méthodes de résolution aux problèmes nommés plus haut puisque l'« on peut commencer autrement pour arriver au même schéma » au problème des 9 points, que l'« on peut commence par le 1^e, 2^e ou 3^e balance » au problème des balances et que l'« on peut commencer par trouver l'air des triangles avant les carrés » ou « ont aurait pu envoyer le $3x(ab/2)$ de l'autre côté » au problème du théorème de Pythagore. Or, au problème des métiers et des « 4 », elle ne semble pas prendre les différents chemins de résolution comme des différentes méthodes. D'ailleurs, elle explique qu'il n'y a pas différentes façons de résoudre ces problèmes puisque les étapes utilisées au problème des métiers pourraient être effectuées dans un autre ordre, « mais cela vient exactement au même » et puisqu'au problème des « 4 » « on a à trouver de calcule » et « il n'y a pas nécessairement de stratégie quelconque ».

L'existence ou non de d'autres méthodes

Pour ce qui est de la question portant sur le nombre de méthodes de résolution possible, Annabelle pense, au début de la session, qu'il est toujours possible de trouver plusieurs méthodes, et ce, puisque « chacun à sa méthode qui se sent confortable de travailler avec ». Pendant la session, nous remarquons aussi qu'il n'y a que quelques problèmes où elle écrit qu'il n'y a pas d'autres chemins pour arriver à une solution (*Métiers, Les « 4 »*). À la fin de la session, l'idée qu'il y a toujours plus d'une façon de résoudre un problème semble encore plus forte puisqu'elle affirme qu'elle pense encore « beaucoup plus » qu'avant qu'un problème a plusieurs solutions et elle explique qu'elle n'avait pas les mêmes stratégies que ses collègues, même si elle avait la même solution qu'eux. Or, elle coche qu'elle est « plutôt en désaccord » avec le fait qu'un problème admet toujours plus d'une solution à la fin de la session, choix que nous ne comprenons pas. Il se peut toutefois qu'elle n'a pas lu attentivement la question et qu'elle présume qu'elle est écrite de la même façon que la question précédente qui porte sur le nombre de solutions possibles, mais celle-ci demande si elle est en accord avec le fait qu'un problème n'admet qu'une solution au lieu de plusieurs.

Le lien entre l'obtention d'une solution et l'existence ou non de d'autres méthodes

Il semble avoir un lien entre la confiance qu'Annabelle a en sa solution et la facilité qu'elle a à se prononcer sur le nombre de méthodes de résolution possibles (*Abeilles*, *Fourmi*, *Âge*). D'ailleurs, aux problèmes de la fourmi et de l'âge de l'homme, elle explique que ce n'est pas facile de se prononcer sur le nombre de méthodes de résolution possible lorsque sa solution « est probablement mal » et lorsqu'elle n'a « pas pu trouver de solution ». Il y a aussi quelques problèmes où elle a confiance en sa solution et pour lesquels elle se prononce sur l'existence de d'autres méthodes en disant qu'elle n'est pas certaine (*Blocs*) ou qu'il y a « sûrement plus d'un chemin possibles » mais qu'elle n'en a pas en tête (*Verres*). Annabelle semble donc toujours avoir plus de difficulté à se prononcer sur le nombre de méthodes de résolution possible lorsqu'elle n'a pas confiance en sa solution, tout en ayant quand même de la difficulté à se prononcer sur cette question de temps en temps lorsqu'elle a confiance en sa solution.

L'importance de la mémorisation

Au début de l'année, Annabelle est « plutôt en désaccord » avec le fait que la mémorisation est importante en résolution de problème. Cette attitude est encore plus prononcée à la fin de la session puisqu'elle affirme qu'elle a « moins » l'impression qu'avant que la mémorisation est importante en résolution de problèmes et qu'elle se dit maintenant « tout à fait en désaccord » avec cet énoncé. Elle ajoute alors que « ce n'est pas une question de par cœur », mais il faut plutôt montrer le travail et « bien expliquer ». Ce qui rejoint d'ailleurs un peu l'idée qu'elle avait au début de la session que même s'« il faut savoir la matière », ce n'est pas « une question de savoir par cœur, mais plutôt de pratique ». Dans les résolutions de problèmes d'Annabelle, nous ne remarquons pas souvent non plus l'utilisation de la mémorisation. En effet, il n'y a qu'à deux reprises où ses notes de cours semblent lui avoir été utiles, sans être nécessaires. Plus précisément, au problème des blocs, elle utilise la notation du reste qui a été montrée en classe pendant la semaine où elle devait résoudre ce problème, mais elle aurait pu résoudre le problème sans utiliser cette notation et, au problème

du théorème de Pythagore, elle va revoir dans ces notes la démonstration qu'elle a vue dans le cours de géométrie, cours qui est normalement fait après celui où l'expérimentation a été effectué. Comme elle va revoir dans ces notes de cours, nous avons l'impression qu'elle n'a pas mémorisé cette démonstration, et donc, que la mémorisation n'a pas aidé à résoudre ce problème.

L'importance de la chance

En plus de ne pas trouver la mémorisation importante en résolution de problèmes, Annabelle affirme, à la fois dans le questionnaire diagnostique et dans le questionnaire final, que la chance est « inutile » lorsqu'elle vient à résoudre des problèmes. Nous ne remarquons d'ailleurs aucune mention de la chance dans les résolutions de problèmes de cette étudiante.

La difficulté accordée à la compréhension de l'énoncé

À la fin de la session, la compréhension de l'énoncé est pour Annabelle « un des aspects les plus faciles » de la résolution de problèmes, sans pour autant être « LE plus facile », ce qui est, selon elle, la même attitude qu'elle avait par rapport à la compréhension de l'énoncé avant l'expérimentation. Pourtant, au début de la session, elle a affirmé que la compréhension de l'énoncé est « un des aspects les plus difficiles, mais pas LE plus difficile ». Que la compréhension soit dans les aspects les plus faciles de la résolution de problème ou dans les plus difficiles, Annabelle, ne semble pas avoir de la difficulté à comprendre les énoncés des problèmes. D'ailleurs, pendant la session, elle ne laisse aucune trace d'incompréhension ou de confusion par rapport aux énoncés des problèmes. Or, elle semble avoir de la difficulté à comprendre le problème de la fourmi comme tel, en particulier, elle n'arrive pas à comprendre que l'étirement de l'élastique influence la position de la fourmi.

L'importance de la généralisation

Lorsque l'énoncé du problème demande une généralisation, Annabelle peut refaire une généralisation qu'elle a déjà faite (*Pythagore*) ou encore elle peut s'enligner dans la bonne direction lorsqu'elle tente de résoudre un nouveau problème de généralisation, sans toutefois avoir tous les éléments importants dans son explication (*Magie*). De plus, dans les problèmes qu'elle nous a remis, nous remarquons qu'elle accorde une certaine importance à la généralisation lorsque celle-ci permet d'aider à trouver une solution (*Abeilles*). Elle n'a cependant pas remarqué que la généralisation était parfois aussi importante pour s'assurer d'avoir toutes les solutions à un problème (*Blocs*), mais elle est tout de même consciente qu'il pourrait y avoir d'autres « solutions » que celle qu'elle a proposée puisqu'il serait possible d'avoir un autre nombre de blocs total que celui qu'elle a trouvé.

L'influence des contextes mathématiques ou autres

La réalité des données semble importante pour Annabelle. En effet, elle vérifie à l'aide d'Internet si les données du problème des abeilles sont vraies puisque « si ça ne l'aurait pas été, la solution aurait pu être que le problème était impossible à résoudre ». De plus, elle semble faire attention aux subtilités de l'énoncé puisqu'au problème des blocs elle conclut que Chantal ne peut pas avoir 9 blocs puisqu'elle a remarqué qu'il est écrit « les blocs en rangées », il doit donc y avoir plus d'une rangée de blocs parce qu'il y a un « s » au mot rangées.

L'influence des consignes en classe sur la définition de la résolution de problème

Le fait que nous avons demandé aux étudiants de décrire tout ce qu'ils faisaient et le fait que nous ne portions pas d'importance à la solution pour ne pas influencer le niveau de persévérance des étudiants semblent avoir eu une influence sur la définition qu'Annabelle se fait de la résolution de problème. Elle semble croire entre autres que la personne qui résout un problème devrait toujours écrire tout ce qu'elle a fait pendant la résolution et que l'accent ne devrait pas être mis sur l'obtention d'une solution valide. Elle affirme d'ailleurs au

questionnaire final que la résolution de problème « peut permettre aux élèves qui sont moins fort de bien réussir puisque ce n'est pas la solution qui compte » et qu'elle n'avait jamais pensé « qu'il était aussi important d'expliquer chacune des étapes de façon TRES détaillée ».

Attitudes sociales

La consultation de l'enseignante

Au questionnaire diagnostic, Annabelle affirme que lorsqu'elle est bloquée face à un problème, elle a tendance à recommencer, à aller voir l'enseignante ou à travailler avec un ami. À la fin de la session, elle affirme encore recommencer ou travailler avec un ami lorsqu'elle est bloquée, mais elle ne mentionne plus aller voir l'enseignante. D'ailleurs, au tableau qui se situe à la fin du questionnaire final, elle affirme « moins » aller voir l'enseignante qu'elle ne le faisait avant l'expérimentation. En regardant ses résolutions de problèmes, il est clair qu'elle consulte rarement l'enseignante. En effet, elle ne mentionne l'enseignante qu'au problème de la fourmi puisque cette dernière a fait quelques précisions en classe. Ce changement d'attitude pourrait toutefois avoir été influencé par le fait que l'enseignante a mentionné au début de la session qu'elle n'aiderait pas les étudiants à résoudre les problèmes.

Le travail et les discussions avec des collègues

Même si au questionnaire final, elle affirme travailler avec un ami lorsqu'elle bloque face à un problème, elle affirme aussi qu'elle travaille « moins » souvent avec un ami qu'avant l'expérimentation. Nous avons d'ailleurs l'impression qu'elle ne travaille pas souvent avec des collègues puisque pendant la session, il y a seulement deux problèmes où elle laisse entendre qu'elle a travaillé avec un(e) collègue, plus précisément les problèmes des abeilles et de la fourmi. Elle précise aussi que la discussion qu'elle a eue avec des amies par rapport au problème des abeilles n'« a mené à rien! » tandis qu'au problème de la fourmi quelqu'un lui a dit que « c'est possible », ce qui l'a encouragé à essayer le problème de nouveau, mais après un très long travail. La fourmi n'arrive toujours pas au bout de

l'élastique. Est-ce que le fait que le travail d'équipe ne l'aide pas à résoudre ces deux problèmes dans la première moitié de la session fait en sorte qu'elle ne consulte pas de collègues pendant le reste de la session?

Même si, pendant la session, elle ne semble pas discuter souvent avec des amies, Annabelle affirme au questionnaire final qu'elle est « plutôt d'accord » avec le fait qu'elle aime discuter de sa démarche et de sa solution avec ses amis puisque « cela permet de voir si [elle est] sur la bonne voie » et « s'ils ont fait une démarche différente de la [sienne] ». Elle coche aussi qu'elle aime « autant » discuter avec ses amis qu'au début de la session. Or, dans le questionnaire diagnostic, elle affirme être « tout à fait d'accord » avec le fait qu'elle aime discuter de sa démarche et de sa solution avec ses amis parce qu'elle peut alors s'« assurer qu' [elle n'a] pas passer à côté de la réponse ». Nous avons donc l'impression qu'à la fin de la session, elle aime peut-être un peu moins discuter de sa démarche et de sa solution qu'au début de la session, mais les raisons pour lesquelles elle compare avec d'autres tournent toujours autour de la validation de la démarche utilisée. De plus, comme nous l'avons mentionné plus tôt, même si elle ne mentionne pas souvent la comparaison avec d'autres lors de la résolution de problèmes, elle compare peut-être après la résolution sans revenir dans ses écrits pour le mentionner.

Liens entre attitudes affectives, cognitives et sociales

Le lien entre les sentiments exprimés et les discussions avec les collègues

Les deux problèmes où Annabelle discute avec d'autres étudiant(e)s de la classe sont les premiers problèmes où elle affirme se sentir impuissante (*Abeilles*, *Fourmi*). Or, comme mentionné plus haut, ces consultations ne l'aident pas. De plus, à la fin de la session, ces deux problèmes font partie des problèmes perçus comme les plus difficiles de la session.

Lien entre la confiance et la consultation de l'enseignante et d'amis

La confiance qu'Annabelle a en sa solution et en sa méthode au problème de la fourmi semble être influencée par les précisions que l'enseignante a faites en classe et cette influence semble plus grande que celle de ses camarades de classe. D'ailleurs, Annabelle explique après la résolution de ce problème qu'elle n'a pas confiance en sa solution, c'est-à-dire que la fourmi ne se rend jamais au bout de l'élastique, puisque si l'enseignante a « pris la peine de montré l'élastique en classe il devait avoir une solution ». Or, des collègues lui ont aussi dit que la fourmi se rendait au bout de l'élastique, mais lorsqu'elle justifie le doute qu'elle ressent, elle ne mentionne que l'enseignante. L'influence de l'enseignante sur la confiance d'Annabelle semble donc plus grande que l'influence des collègues de classe.

4.1.2 Blanche

Résumé

Selon les questionnaires du début et de la fin de la session, Blanche n'aime pas la résolution de problèmes. Elle précise à ces questionnaires qu'elle n'aime pas les problèmes dont elle doit recommencer la résolution de même que les problèmes qui prennent du temps à résoudre. Or, pendant la session, lorsqu'elle se prononce sur son appréciation des problèmes, elle se dit souvent indifférente après la résolution de ceux-ci, surtout à partir de la mi-session.

Malgré le fait qu'elle affirme ne pas aimé la résolution de problème au début et à la fin de la session, Blanche semble avoir gagné une certaine confiance en elle-même pendant la session puisqu'elle se dit « assez bonne » en résolution de problème à la fin de la session tandis qu'au début de celle-ci elle se considérait comme « pas bonne ». Elle a d'ailleurs raison d'avoir plus confiance en elle-même puisqu'elle résout correctement la majorité des problèmes seule.

Blanche semble avoir besoin de trouver une réponse qu'elle juge plausible pour avoir l'impression d'avoir terminé la résolution d'un problème. Cependant, si cette réponse n'est

pas valide, elle ne tente pas de trouver une solution valide, et ce même si elle doute de sa solution. Lorsqu'elle bloque face à un problème, Blanche semble s'en remettre assez rapidement à une méthode proposée par une amie ou à une autre retrouvée sur Internet. Quant à l'utilisation des schémas, elle se fait fréquente en début de session, mais elle diminue. Blanche n'utilise d'ailleurs aucun schéma pour représenter le verre manquant ni pour résoudre le problème des carrés de l'échiquier.

À la fois au début et à la fin de la session, Blanche présente une conception erronée assez forte en ce qui a trait au nombre de solutions que peut admettre un problème et au nombre de méthodes permettant de résoudre un problème. En effet, elle a l'impression que la solution trouvée à un problème peut varier selon l'interprétation que la personne a du problème et qu'il est toujours possible de résoudre un problème de différentes façons puisque chaque personne voit les choses différemment. Or, cette idée se retrouve une seule fois dans ses écrits pendant la session.

Attitudes affectives

La confiance en soi

En regardant les questionnaires diagnostic et final, nous remarquons que la confiance de Blanche par rapport à ses habiletés en résolution de problèmes a augmenté pendant la session. D'ailleurs, au début de la session, elle se disait « pas bonne » en résolution de problèmes, tandis que dans le questionnaire final, elle se dit « assez bonne », ce qui est justifiable puisqu'elle a tout de même réussi seule la moitié des problèmes proposés. Pourtant, en regardant les niveaux de confiance qu'elle attribue à ses habiletés avant la résolution ainsi que ceux qu'elle attribue à ses solutions et ses méthodes après les résolutions, nous ne remarquons aucune évolution du début à la fin de la session. Peut-être que nous ne pouvons pas remarquer de changement pendant la session parce que celui-ci s'est fait au tout début de la session, ce qui serait probable puisqu'elle se dit étonnée d'avoir trouvé une solution aux problèmes des blocs et des métiers.

Après avoir lu l'énoncé d'un problème, Blanche n'a pas toujours une grande confiance en ses habiletés à le résoudre, mais elle semble tout de même un peu confiante car elle n'utilise jamais un nombre inférieur à 3 pour décrire son niveau de confiance. Par exemple, au problème du truc de magie, elle écrit qu'elle ne pense pas être capable de le résoudre mais elle utilise quand même le nombre 3 pour décrire sa confiance en ses habiletés. Le niveau de confiance 3, et le 4, sont utilisés pour décrire la confiance qu'elle a en ses habiletés à résoudre des problèmes qu'elle pense difficiles (*Blocs, Pommes, Âge, Pythagore*) ou longs à résoudre (*Abeilles, Échiquier*). Par ailleurs, le niveau de confiance 5, lui, est associé aux problèmes qu'elle pense être capable de résoudre, soit grâce à ses habiletés (*Métiers, Balances, Fourmi, Verres, Les « 4 »*), ou grâce à la chance (*9 points*). Le niveau de confiance 6 n'est jamais utilisé par Blanche après avoir lu l'énoncé d'un problème.

Après la résolution d'un problème, Blanche semble souvent avoir confiance à la fois en sa solution et en sa méthode. D'ailleurs, il n'y a qu'aux problèmes des abeilles et au problème de l'échiquier qu'elle n'utilise pas un nombre supérieur ou égal à 4 pour décrire la confiance qu'elle a en sa méthode et en sa solution. Blanche semble aussi souvent avoir plus confiance en sa solution qu'en sa méthode. En effet, elle utilise surtout le niveau 4 pour décrire sa confiance en sa démarche (*Blocs, Pommes, Balances, Fourmi, Âge, Verres, Magie, Les « 4 »*) tandis qu'elle utilise surtout le niveau 5 pour décrire sa confiance en sa solution (*Blocs, Pommes, 9 points, Balances, Fourmi, Âge, Échiquier*). De plus, elle utilise le niveau de confiance le plus élevé, soit le niveau 6, à quelques reprises pour décrire la confiance qu'elle a en sa solution (*Métiers, Pythagore, Les « 4 »*), mais elle n'utilise qu'une seule fois ce niveau pour décrire la confiance qu'elle a en sa démarche (*Métiers*).

Les problèmes semblables à d'autres résolus précédemment

Pendant la session, Blanche mentionne souvent avoir vu des problèmes similaires à ceux qui lui sont présentés (*Métiers, Pommes, 9 points, Abeilles, Balances, Fourmi, Âge, Magie*). Elle perçoit cette ressemblance à différents niveaux. Par exemple, elle mentionne que le problème des pommes lui est familier parce « que les pommes sont souvent utilisées dans les problèmes écrits ». La familiarité de problèmes ne semble toutefois pas influencer la

confiance que Blanche a en ses habiletés à résoudre ceux-ci, puisque les niveaux qu'elle utilise pour décrire sa confiance avant la résolution sont présents à la fois dans les problèmes familiers et dans les nouveaux problèmes.

L'appréciation d'un problème

Blanche n'aime pas la résolution de problèmes, ce qu'elle affirme à la fois dans le questionnaire diagnostic et dans le questionnaire final. D'ailleurs, elle précise dans ces deux questionnaires que la résolution de problèmes fait partie des activités mathématiques qu'elle apprécie le moins.

Deux raisons principales pour lesquelles elle n'aime pas la résolution de problèmes se dégagent de ses écrits. Premièrement, elle n'aime pas avoir à recommencer la résolution d'un problème, c'est du moins ce qu'elle affirme dans les questionnaires diagnostic et final et dans la résolution du problème des pommes, où elle écrit : « c'est frustrant de ne pas réussir après plusieurs essais ». D'ailleurs, parmi les problèmes qu'elle affirme ne pas avoir aimés, on retrouve ceux dont elle a dû recommencer la résolution (*Pommes, 9 points*), en plus de ceux qui semblent lui avoir causé des difficultés (*Pommes, 9 points, Abeilles*). Quant aux problèmes qui ne lui ont apparemment pas causé beaucoup de difficultés, elle affirme les avoir aimés (*Blocs, Métiers, Balances, Échiquier*) ou encore elle dit qu'ils l'ont laissée indifférente (*Fourmi, Âge, Pythagore, Verres, Magie, Les « 4 »*).

Deuxièmement, elle n'apprécie pas les problèmes qui lui ont pris du temps à résoudre. Inversement, elle dit avoir aimée celui des métiers parce qu'elle est « arrivée à une solution qui faisait du sens rapidement ». En effet, les problèmes qu'elle affirme ne pas avoir aimés immédiatement après les avoir résolus sont ceux pour lesquels elle dit avoir mis plus d'une heure à résoudre (*Pommes, 9 points, Abeilles*). Elle réitère ce sentiment dans le questionnaire final : « J'ai moins apprécié que ça prenait assez longtemps à résoudre à la maison et que parfois ça ne me tentait pas vraiment de consacrer tout ce temps-là à la résolution de problème ».

Pour ce qui est de l'appréciation des problèmes qui ne semblent pas lui avoir causé de difficultés, Blanche dit en avoir aimé certains, soit les premiers rencontrés (*Blocs, Métiers, Balances*). Au cours de la session, la réponse à la question « Est-ce que tu as aimé résoudre ce problème? Si oui, pourquoi? Sinon, comment te sens-tu maintenant face à ce problème et pourquoi? » se transforme plus en indifférence (*Fourmi, Âge, Pythagore, Verres, Magie, Les « 4 »*), et ce, même si elle exprime encore une certaine fierté lors de la résolution de quelques-uns de ces problèmes (*Âge, Pythagore, Verres*). Est-ce que l'attitude de Blanche passe à l'indifférence vers la mi-session parce qu'elle a des examens et des travaux plus importants, ce qui doit aussi générer plus de stress chez elle. À ce moment, est-ce que les résolutions de problèmes devenaient surtout un fardeau, un devoir que l'étudiante veut terminer pour passer à autre chose? Des commentaires de l'étudiante vont dans ce sens : « J'ai fait le problème [de l'âge de l'homme] parce que c'était un devoir [...] ». Il ne faudrait pas oublier non plus l'hypothèse que la résolution de problèmes n'est plus une activité nouvelle, l'étudiante commence peut-être à en avoir assez.

Quoique Blanche n'aime pas la résolution de problème et que cette attitude reste stable au fil de la session, l'étudiante affirme à la fin de la session qu'elle ne voit plus les problèmes de la même façon. Elle précise en effet qu'elle voit maintenant l'utilité de la résolution de problèmes sans toutefois donner de précisions : « Je vois plus les résolutions de problèmes comme une façon de faire réfléchir les gens et même si je n'aime pas beaucoup plus les résoudre qu'avant, au moins je vois l'utilité que ça peut avoir. »

L'appréciation d'un problème immédiatement après sa résolution et à la fin de la session

Il y a cohérence entre l'appréciation que Blanche a d'un problème immédiatement après sa résolution et l'appréciation qu'elle a de celui-ci à la fin de la session. D'ailleurs, tous les problèmes qu'elle disait avoir aimés suite à leur résolution font partie des problèmes qu'elle dit, à la fin de l'année, avoir le plus aimés et les problèmes qu'elle dit, à la fin de l'année, avoir moins appréciés font partie des problèmes qu'elle disait ne pas avoir aimés immédiatement après leur résolution. Il n'y a qu'une exception à cette observation, soit le problème de l'échiquier. Elle disait, à la suite de sa résolution, ne pas vraiment l'avoir aimé

puisqu'elle n'a pas eu le temps de le finir, mais, dans le questionnaire final, elle le place parmi les problèmes les plus appréciés. Peut-être que le sentiment de satisfaction qu'elle a ressenti après avoir répondu à la première question du problème est demeuré plus longtemps que le sentiment de frustration qu'elle a ressenti lorsqu'elle n'a pas réussi à répondre à la deuxième question du problème.

Le niveau de difficulté et l'appréciation d'un problème

Comme nous l'avons mentionné précédemment, pendant la session, Blanche ne semble pas apprécier les problèmes qui lui causent des difficultés. Or, cette observation se fait aussi à la fin de la session, soit en gardant l'ordre d'appréciation et l'ordre de difficulté dans lesquels elle a placé les problèmes. En effet, les problèmes qu'elle perçoit à la fin de la session comme les plus faciles sont ceux qu'elle dit avoir le plus aimés et les problèmes qu'elle perçoit comme les plus difficiles de la session sont ceux qu'elle affirme avoir les moins aimés. Il n'y a que le problème du truc de magie qui fait exception à cette observation, problème qu'elle place à la fois parmi les plus difficiles et parmi les plus aimés. Nous avons l'impression que la curiosité de Blanche a joué un grand rôle dans son appréciation de ce problème.

Les autres sentiments exprimés

Lors de la résolution des problèmes qui semblent lui avoir causé le plus de difficultés (*Pommes, 9 points, Abeilles, Échiquier*), Blanche ressent de la frustration (*Pommes, Échiquier*), de l'impuissance (*Pommes, Échiquier*), du découragement (*9 points, Abeilles*), de la confusion (*Abeilles*) et elle doute parfois de sa compréhension de l'énoncé (*Échiquier*).

Lors de la résolution des problèmes qui semblent lui avoir causé moins de difficulté, Blanche exprime parfois de la fierté (*Métiers*), de la satisfaction (*Balances, Âge, Pythagore, Verres*), de l'étonnement (*Blocs, Métiers, Pythagore, Magie*), de la confiance en sa solution (*Verres*) et en son raisonnement (*Verres*), de la curiosité (*Magie*), de l'encouragement (*Les « 4 »*), de l'impuissance (*Magie*) ainsi qu'un certain doute (*Blocs, Fourmi*). Même si elle

doute de ses capacités à résoudre le problème des blocs, elle tente tout de même de le résoudre et s'étonne qu'elle trouve une solution. De même, même si elle doute de sa solution lors de la résolution du problème de la fourmi car celle-ci semble trop simple, elle affirme avoir confiance en son raisonnement après la résolution. De plus, le sentiment d'impuissance qu'elle exprime au problème de magie est, selon nous, surmonté grâce à la motivation que sa curiosité semble lui apporter lors de la résolution de ce problème.

La persévérance

À la fois au début et à la fin de la session, Blanche affirme laisser tomber un problème après y avoir travaillé « 10 à 30 minutes ». Or, pendant la session, elle affirme souvent avoir travaillé au moins 45 minutes sur un problème (*Pommes, 9 points, Abeilles, Balances, Âge, Pythagore, Magie, Les « 4 »*). Nous avons donc l'impression que Blanche est plus persévérante qu'elle ne le pense. Or, lors de la résolution de certains problèmes qui semblent lui avoir causé des difficultés, même si elle affirme y avoir travaillé longtemps, elle ne semble pas aussi persévérante, car elle consulte une amie ou l'Internet assez rapidement. D'ailleurs, au début de la session, elle consulte d'ailleurs une amie après avoir essayé certains problèmes une seule fois (*Pommes, Abeilles*) et au problème de l'échiquier, elle présente directement une solution retrouvée sur Internet, ce qui nous laisse croire qu'elle n'a pas essayé de résoudre le problème avant d'aller voir ailleurs pour une solution.

Attitudes cognitives

L'utilisation de schémas

Dans les questionnaires diagnostic et final, Blanche affirme qu'elle utilise souvent des schémas pour visualiser certains problèmes. En effet, lorsque nous regardons ses résolutions de problèmes, nous remarquons qu'elle a utilisé plusieurs schémas au cours de la session (*Blocs, Métiers, Pommes, 9 points, Abeilles, Pythagore, Verres*) pour visualiser un problème ou encore pour résoudre celui-ci. De plus, pendant sa description de ses résolutions de problèmes au début de la session, elle utilise quelques expressions qui nous laissent croire

qu'elle attribue de l'importance au fait de pouvoir « visualiser ». Voici quelques exemples : « je ne visualise rien » (*Blocs*), « je ne peux pas voir la méthode à utiliser pour le résoudre » (*Pommes*), « Comme je ne voyais vraiment pas quoi faire [...] » (*Pommes*).

Blanche semble toutefois utiliser la schématisation plus souvent au début de la session qu'à la fin de celle-ci. D'ailleurs, pendant la deuxième moitié de la session, elle ne présente qu'un schéma au problème du théorème de Pythagore où une preuve visuelle était demandée, et au problème des verres, elle redessine le graphique du verre manquant tout en expliquant à quoi ressemblerait ce verre sans toutefois le dessiner. Quoique les autres problèmes présentés pendant la deuxième moitié de la session se résolvaient sans schéma, le problème de l'échiquier était, à notre avis, difficile à résoudre sans échiquier. Nous avons l'impression que Blanche n'utilise pas d'échiquier puisqu'elle a consulté Internet avant même d'essayer de trouver une solution par elle-même.

La vérification des solutions

Il est difficile pour nous de nous prononcer sur la vérification de solutions effectuée par Blanche, car elle n'en laisse aucune trace lors de ses résolutions de problèmes. Pourtant, au problème des abeilles, elle affirme qu'elle est arrivée à une solution « plausible » et, au problème des métiers, elle écrit que sa solution a du sens. Elle semble donc s'être posé des questions sur la crédibilité de la solution. Sa réponse à la question qui traite de vérification dans le questionnaire final laisse aussi croire qu'elle vérifie souvent sa solution. D'ailleurs, elle affirme vérifier sa solution « souvent » en revenant sur le problème pour voir si sa solution est crédible, ce qu'elle disait ne faire que « rarement » au début de la session, car elle a déjà pris assez de temps pour résoudre le problème : « Habituellement, résoudre le problème me prend assez de temps donc quand j'arrive à une solution, je passe à l'autre. ».

La généralisation

Il y a certains problèmes où Blanche n'a pas recours à la généralisation tandis qu'il y en a d'autres où elle y a recours. Plus précisément, Blanche ne généralise pas sa solution au

problème des blocs, mais elle est tout de même consciente que Chantal pourrait avoir un différent nombre de blocs. Au problème de l'échiquier, elle ne comprend pas ce qui lui est demandé relativement à l'échiquier n par n , ce qui la frustre. Elle est toutefois en mesure de réexpliquer correctement une démonstration du théorème de Pythagore et elle parvient à expliquer correctement le fonctionnement du tour de magie, et ce, après avoir dépassé un sentiment d'impuissance. Elle semble donc voir l'importance et être en mesure de généraliser lorsqu'elle comprend ce qui lui est demandé, mais elle ne voit pas l'importance de généraliser sa solution lorsqu'une telle généralisation n'est pas explicitement demandée.

L'importance d'obtenir une solution

En plus des problèmes où elle ne généralise pas (*Blocs*, *Échiquier*), il y a deux autres problèmes où Blanche ne trouve pas une solution valide, soit celui des abeilles et celui de la fourmi. Au problème des abeilles, elle se fie à la solution de son amie, mais elle ne semble pas avoir confiance en cette solution, car les nombres qu'elle utilise pour décrire sa confiance en sa solution et en sa méthode sont inférieurs aux niveaux de confiance qu'elle utilise dans les autres résolutions de problèmes. Au problème de la fourmi, Blanche écrit avoir confiance en son raisonnement, mais elle exprime tout de même un petit doute face à celui-ci car le problème lui semble trop facile.

Même si Blanche doute de sa solution et de sa méthode à ces deux problèmes, elle ne cherche pas à trouver une solution ou une méthode en laquelle elle aurait davantage confiance. Elle se contente possiblement d'une solution plausible puisqu'elle n'a pas de moyen de s'assurer que ses solutions sont valides. Elle accorde une grande importance à la présentation d'une solution plausible à la fois au début, pendant et à la fin de la session. En effet, dans les questionnaires diagnostic et final, elle affirme que même si elle sait que la solution n'est pas l'aspect le plus important de la résolution de problème, elle doit trouver une solution pour avoir l'impression d'avoir fini le problème. Nous le constatons d'ailleurs dans certaines de ses résolutions de problèmes puisqu'elle mentionne qu'elle est contente d'avoir trouvé une « solution plausible » (*Abeilles*) et qu'elle va voir pour de l'aide aux problèmes qu'elle n'arrive pas à résoudre seule. De plus, au problème de l'échiquier, elle est

frustrée de ne pas avoir eu le temps de répondre à la question portant sur la généralisation. Dans le questionnaire final, elle va même un peu plus loin en disant qu'elle a besoin d'arriver à une bonne solution pour avoir l'impression d'avoir vraiment fini le problème.

L'importance de la mémorisation

Lorsque questionnée explicitement sur l'utilité de la mémorisation en résolution de problèmes, Blanche est « plutôt en désaccord » avec le fait que la mémorisation est importante. Elle précise que c'est la logique, le sens d'observation (questionnaire diagnostic) et le « bon sens » (questionnaire final) qui sont importants. Ses idées sont cohérentes avec sa pratique puisque, lors de ses résolutions de problèmes, elle ne fait jamais référence à des notions vues en classe, à des formules ou à d'autres choses qui auraient pu être apprises par cœur. Nous nous questionnons tout de même sur la raison pour laquelle elle se dit « plutôt en désaccord » avec l'énoncé portant sur l'importance de la mémorisation en résolution de problème aux questionnaires diagnostic et final au lieu de se prononcer sur la question en répondant être « tout à fait en désaccord ». Est-ce que la mémorisation pourrait être importante pour Blanche dans certains cas?

L'importance de la chance

Au début de la session ainsi qu'à la fin de celle-ci, Blanche affirme que la chance est importante pour elle en résolution de problème, et ce, même si, à la fin de la session, elle se pense « assez bonne » en résolution de problèmes. L'importance de la chance n'est toutefois pas souvent présente dans ses écrits. D'ailleurs, elle ne fait référence à la chance qu'une seule fois pendant la session, soit après avoir lu le problème des 9 points, problème où elle pense « avoir a plus de chance à le réussir que le précédent ». Il serait donc intéressant de la questionner davantage sur cet aspect ainsi que sur sa définition de la chance.

La difficulté de la compréhension d'un énoncé

Même si Blanche affirme, à la fois au début et à la fin de la session, qu'un des aspects les plus difficiles en résolution de problèmes est la compréhension de l'énoncé, elle ne semble pas avoir eu de difficulté avec cet aspect lors de la résolution des problèmes proposés au cours de la session. D'ailleurs, il n'y a qu'au problème de la fourmi qu'elle ne semble pas comprendre l'énoncé après en avoir fait la première lecture puisqu'elle affirme qu'elle aura besoin de le lire plusieurs fois.

Il est toutefois possible que Blanche trouve difficile de comprendre le problème lui-même et non seulement l'énoncé, ce qui n'est pas pareil pour nous. Elle écrit d'ailleurs à la fin de certaines résolutions de problème qu'elle a eu un peu de difficulté à comprendre le problème (*Pommes, Âge*).

L'existence ou non d'autres solutions et d'autres méthodes de résolution

Blanche a une bonne idée de l'existence ou non d'autres solutions et d'autres chemins à prendre pour résoudre un problème, mais ses justifications nous laissent perplexe puisqu'elles reposent parfois sur des conceptions erronées. En effet, dans les questionnaires diagnostic et final ainsi qu'au problème des verres, elle justifie le fait qu'il y a parfois plusieurs solutions à un problème en disant que cela dépend de l'interprétation que la personne fait du problème : « Cela dépend peut-être de l'interprétation que la personne fait du graphique ». Elle utilise aussi cet argument pour justifier qu'il y a plusieurs méthodes de résolution pour les problèmes des balances, de l'âge de l'homme et de magie : « les gens peuvent voir les choses de manières différentes ». De plus, des justifications pour l'existence d'autres méthodes de résolution reposent parfois sur le fait qu'« il y a toujours plusieurs chemins possibles quand on fait des problèmes écrits » (*Verres, Échiquier, questionnaires diagnostic et final*). Or, même si elle semble croire qu'il y a toujours plus d'une méthode de résolution pendant la session, elle affirme être « plutôt d'accord » avec cet énoncé à la fois aux questionnaires diagnostic et final au lieu d'être « tout à fait d'accord » avec le fait qu'un problème admet toujours plus d'une méthode de résolution.

Attitudes sociales

Le travail d'équipe

Dans le questionnaire final, elle dit être « plutôt d'accord » avec le fait qu'elle aime discuter de sa démarche avec ses amis pour voir si sa méthode a du sens et voir comment les autres ont résolu le problème. En regardant ses résolutions de problèmes, nous avons plutôt l'impression qu'elle discute seulement avec ses amis pour avoir de l'aide (*Pommes, Abeilles*) puisqu'elle ne fait aucune référence à d'autres personnes lorsqu'elle est en mesure de résoudre le problème sans leur aide. Toutefois, comme ses écrits ne sont pas tellement longs, il se pourrait bien qu'elle discute de sa solution ou encore la vérifie après avoir résolu un problème et qu'elle ne revient pas sur ses écrits pour le préciser.

Attitudes affectives, cognitives et sociales

La confiance dans les solutions proposées par ses amis ou retrouvées sur Internet

À première vue, lorsque Blanche utilise les méthodes proposées par une collègue ou celles retrouvées sur Internet, elle semble les utiliser sans les remettre en question. Du moins, elle ne se questionne jamais explicitement à ce sujet. Or, en examinant plus en détails ses résolutions de problèmes, nous voyons de petits indices qu'un questionnement a eu lieu. Par exemple, au problème des pommes, même si elle utilise la méthode de son amie sans l'expliquer, ni laisser de trace d'un questionnement de sa part, elle est moins confiante en sa démarche et en sa solution pour ce problème qu'elle ne l'est pour tous les autres problèmes. De même, au problème de l'échiquier, elle affirme que « Ça fait du sens aussi la façon de faire » en faisant référence à la méthode qu'elle a trouvée sur Internet. En plus de ne pas questionner explicitement les méthodes proposées par son amie, nous remarquons qu'elle utilise ces méthodes sans les expliquer, et ce, même si la consigne était d'écrire tout ce qu'elle faisait en résolution de problèmes et pourquoi. Blanche donne donc l'impression de ne pas toujours comprendre ce qu'elle fait et d'avoir une grande confiance en son amie (qui semble toujours être la même) et en Internet.

La généralisation et la confiance avant la résolution

Nous remarquons qu'après avoir lu l'énoncé des problèmes portant sur la généralisation (*Blocs, Abeilles, Pythagore, Échiquier, Magie*), Blanche utilise toujours un niveau de confiance inférieur ou égal à 4 lorsqu'elle décrit la confiance qu'elle a en ses habiletés de résolution. Nous avons donc l'impression qu'elle n'a pas beaucoup confiance en ses habiletés à résoudre de tels problèmes.

Le temps de résolution, les sentiments, la difficulté perçue, l'appréciation d'un problème et la consultation de collègues

Les problèmes que Blanche affirme avoir les moins aimés à la fin de la session sont aussi ceux qu'elle trouve les plus difficiles, ceux qui lui ont pris le plus longtemps à résoudre et ceux où elle a été voir des amis pour de l'aide (*Pommes, 9 points, Abeilles*). Lors de la résolution de ces problèmes, elle exprime de l'impuissance, de la confusion, du doute en plus de se dire « tannée », tandis que lors de la résolution des problèmes qu'elle affirme avoir aimés, elle exprime de l'étonnement, de la fierté, de la satisfaction et de la confiance.

4.1.3 Cloé

Résumé

Globalement, Cloé déteste la résolution de problèmes, mais elle exprime tout de même son appréciation face à quelques rares problèmes qu'elle n'a pas eu de mal à résoudre. Cloé a d'ailleurs de la difficulté à résoudre plusieurs problèmes seule et elle consulte souvent des amis, en particulier Dominique en qui elle a beaucoup confiance. Elle exprime un manque de confiance en elle-même à plusieurs reprises, précisant qu'elle se sent « faible » et qu'elle ne sait pas ce qu'elle ferait sans Dominique. Elle parvient tout de même, à l'occasion, à ressentir, et à exprimer, de la fierté et de la satisfaction lorsqu'elle résout un problème par elle-même ou encore lorsqu'elle arrive à comprendre et à terminer un problème avec l'aide

d'amis. La fierté est d'ailleurs parfois le seul sentiment exprimé, et ce même pour des problèmes ayant causé des difficultés à Cloé.

Après avoir lu l'énoncé d'un problème, Cloé se sent seulement bien et confiante face à un problème si elle a déjà résolu un problème similaire et si elle a une idée de comment s'y prendre pour résoudre le problème.

Quoiqu'elle vérifie peut-être sa solution avec ses amis, Cloé ne laisse jamais de trace de vérification. Elle a tout de même toujours confiance en sa solution et en sa méthode après avoir résolu un problème, tout en ayant un peu moins confiance en sa méthode lorsqu'elle pense qu'il pourrait y avoir une « meilleure » méthode que la sienne. Elle exprime aussi une grande confiance dans les solutions et méthodes proposées par ses amis et retrouvées sur Internet, même si celles-ci ne s'avèrent pas toujours valides.

Elle semble aussi accorder une importance à l'obtention d'une solution puisqu'elle n'abandonne qu'une résolution de problème pendant la session, et ce, même si elle a de la difficulté lors de la résolution de plusieurs problèmes. Elle semble toutefois consulter ses amis assez vite lors de la résolution des problèmes qui lui causent des difficultés.

Attitudes affectives

L'appréciation de la résolution de problèmes

Lorsque questionnée sur son appréciation générale de la résolution de problèmes, Cloé affirme détester cette activité, et ce, à la fois au début et à la fin de la session. Elle précise aussi qu'elle n'aime « rien » à la résolution de problème et, à la fin de la session, elle écrit qu'elle « haie » cette activité mathématique et que ce qu'elle a le moins apprécié de cette activité est le questionnaire qui accompagnait les problèmes puisqu'elle trouve que « ça n'avait pas rapport et ça mène à rien » et qu'elle perdait « toujours des points à cause de [ses] sentiments ». Au fil de la session, à travers ses résolutions de problèmes, nous trouvons aussi des commentaires qui confirment qu'elle n'aime pas la résolution de problèmes :

« Le problème ne me dérange pas trop mais la feuille a repondre oui. Je trouve que c'est toui simplement une perte de temps (frustré) pi que tu m'enleve des point car j'ai effacer ou pire encore pas écrit mes sentiments..... » (*Pommes*),

« Je déteste les problèmes écrits tout court!!! » (*Pythagore*),

« comme à l'habitude j'haïe faire des problèmes écrit parce que je ne peux pas trouver une solution toute seul » (*Échiquier*).

Cloé ne semble toutefois pas détester tous les problèmes qui lui est présenté. D'ailleurs, lorsque questionnée sur son appréciation d'un problème après sa résolution, il n'y a que pour la moitié des problèmes qui lui ont été présentés pendant la session qu'elle dit ne pas avoir aimé le problème. Il est intéressant de remarquer qu'elle justifie toujours le fait qu'elle n'a pas aimé résoudre un problème en se basant sur la difficulté qu'elle a eue à le résoudre. Aussi, ce n'est pas parce qu'elle n'apprécie pas un problème qu'elle en termine la résolution avec des attitudes « négatives ». Par exemple, elle remarque que même si elle a trouvé le problème des abeilles complexe, elle se sent « bien » d'avoir terminé le problème.

Tous les problèmes que Cloé n'a pas aimé résoudre ont été résolus avec l'aide d'amis, à l'exception du problème du truc de magie sur lequel elle a travaillé seule, mais pour lequel elle n'a pas trouvé de solution. Même si elle demande souvent de l'aide à ses amis, Cloé n'aime pas le faire. Après avoir demandé de l'aide à ses amis pour résoudre le problème de la fourmi, elle dit se sentir « faible » puisque le problème lui semble maintenant évident. Dans le même ordre d'idée, pendant la résolution du problème de l'échiquier, elle écrit détester résoudre des problèmes parce qu'elle n'arrive jamais à une solution par elle-même.

Si Cloé n'aime pas la résolution de problème de façon générale, elle affirme tout de même avoir aimé certains problèmes pendant la session (*Blocs, 9 points, Balances, Âge, Les « 4 »*). Elle justifie son appréciation de ces problèmes en expliquant qu'ils étaient

relativement faciles (*9 points, Les « 4 »*), qu'elle est arrivée à une solution (*Blocs, Balances*) ou encore que la résolution a bien été (*Âge, Les « 4 »*). Elle affirme même que le problème des 9 points était facile et « le fun ». Parmi ces problèmes qu'elle a aimé résoudre pendant la session, nous retrouvons tous les problèmes auxquels elle a trouvé une solution par elle-même (*Blocs, 9 points, Balances*). Il semble donc y avoir, pour Cloé, un lien très clair entre l'appréciation d'un problème et sa capacité à le résoudre seule.

La confiance en soi

Cloé ne semble pas avoir beaucoup confiance en elle-même. Elle affirme à la fois au début et à la fin de la session qu'elle n'est « pas bonne » en résolution de problèmes et elle utilise un niveau de confiance inférieur ou égal à 4 (sur une échelle de 1 à 6) pour décrire la confiance qu'elle a en ses habiletés à résoudre plusieurs problèmes après en avoir fait la lecture (*Blocs, Métiers, Pommes, Balances, Fourmi, Âge, Pythagore, Verres, Magie*). Elle justifie ce manque de confiance face à un problème en écrivant qu'elle ne sait pas comment s'y prendre pour le résoudre (*Blocs, Pommes, Fourmi, Âge, Pythagore, Magie*) ou encore qu'elle ne comprend pas l'énoncé (*Métiers, Verres*). Elle se sent alors « confuse » (*Métiers*), « mal » (*Verres*), « pas très bien » (*Blocs*), « pas très confiante » (*Âge*), « peu confiante » (*Pythagore*), « bizzard » (*Magie*) ou encore « un peu mal alaise » (*Fourmi*).

Cloé exprime une certaine confiance en ses habiletés à résoudre quatre des problèmes proposés pendant la session. Elle utilise alors les nombres 4,5 et 5 pour chiffrer cette confiance. L'échelon 4,5 semble être utilisé lorsqu'elle pense savoir comment s'y prendre pour résoudre le problème (*9 points, Abeilles, Échiquier*) tandis que le niveau 5 semble être associé au problème où elle est certaine que la méthode de résolution qu'elle prévoit utiliser est bonne (*Les « 4 »*) : « Je me sens bien, c'est un problème d'essai erreur donc je ne peux pas me trompé! ». Ce problème se résout d'ailleurs seulement par essai erreur. Face aux problèmes qu'elle pense pouvoir résoudre, elle se sent « normale » (*9 points*), « bien » (*Échiquier, Les « 4 »*) et « pas pire » (*Abeilles*).

Les autres sentiments exprimés

Même si Cloé déteste la résolution de problèmes et n'a pas beaucoup confiance en elle-même, le sentiment qu'elle exprime le plus lors de la résolution de problèmes est la fierté. Dans la première moitié du semestre, elle est fière d'avoir résolu certains problèmes seule (*9 points, Balances*) et elle est contente du fait qu'elle a pu résoudre le problème des abeilles en utilisant moins d'espace que son amie : « Je suis contente car j'ai comparé mes feuilles avec [Dominique] pis elle a comme 5 feuille et moi j'en ai juste une !! ☺ ». À partir de la mi-session, Cloé exprime aussi à quelques reprises de la fierté après avoir consulté des amies et cette fierté semble reliée au fait qu'elle a « réussi » le problème (*Fourmi*), qu'elle l'a « compris » (*Échiquier*) et/ou qu'elle en ait terminé la résolution (*Verres, Échiquier*).

Une autre attitude « positive » manifestée par Cloé est sa grande confiance en son amie Dominique. Elle compte d'ailleurs sur elle pour arriver à résoudre plusieurs problèmes de la session (*Métiers, Pommes, Abeilles, Âge, Échiquier, Les « 4 »*). En regardant les extraits suivants, on peut même se demander si Dominique ne devient pas une béquille pour Cloé :

« Je ne me sens pas très confiante car je n'ai aucune idée comment faire ce problème il faudra donc que je demande de l'aide a [Dominique] comme d'habitude !! ☺ » (*Âge*),

« Sans [Dominique] je ne sais pas qu'est ce que je ferai » (*Échiquier*).

En plus d'être fière et d'avoir une grande confiance en son amie, Cloé explique parfois, avant d'aller voir pour de l'aide (*Métiers, Pommes, Verres*) ou d'abandonner la résolution (*Magie*), qu'elle ne sait pas comment s'y prendre pour résoudre le problème (*Blocs, Pommes, Fourmi, Âge, Pythagore, Magie*), ce qu'elle affirmait aussi après avoir lu plusieurs problèmes. Nous associons à ces affirmations un sentiment d'impuissance, sentiment qu'elle semble surmonter seule qu'une seule fois, plus précisément au problème des blocs, puisqu'elle abandonne la résolution du problème du truc de magie et qu'elle

consulte ses amis pour les autres problèmes. Elle semble aussi ne pas avoir confiance en ses habiletés à résoudre un problème, particulièrement au problème de l'échiquier, puisqu'elle écrit qu'elle n'aurait pas été capable de résoudre le problème sans Dominique, et ce, même si elle avait confiance en ses habiletés après avoir lu l'énoncé du problème.

Nous remarquons aussi à quelques reprises pendant la session un certain découragement chez Cloé parce qu'elle n'arrive pas à résoudre certains problèmes par elle-même (*Échiquier, Magie*) ainsi que de la frustration parce qu'elle doit répondre au questionnaire accompagnant le problème (*Pommes*) ou parce qu'elle n'arrive pas à expliquer le fonctionnement du truc de magie.

Au début de la session, même si elle affirme détester la résolution de problèmes de façon générale, Cloé semble plutôt indifférente face à certains problèmes (*Blocs, Pommes*). Par la suite, elle exprime de la fierté parce qu'elle arrive à résoudre certains problèmes par elle-même (*9 points, Balances*), ce qui semble laisser place à un sentiment de confiance en ses collègues à partir de la mi-session, sentiment qu'elle exprime entre autres aux problèmes de la fourmi, de l'âge de l'homme et de l'échiquier et qui est parfois accompagné d'une expression qui revient au fait qu'elle déteste la résolution de problèmes (*Pythagore, Échiquier*).

Les sentiments pendant la résolution et l'appréciation d'un problème

Cloé n'exprime pas toujours des sentiments « négatifs » lors de la résolution des problèmes qu'elle affirme ne pas avoir aimés. Même qu'elle n'exprime parfois que de la fierté lors de la résolution de ces problèmes (*Abeilles, Fourmi*). Or, lors de la résolution des problèmes qu'elle affirme avoir aimés, elle n'exprime jamais de sentiments « négatifs », et ce, même si elle doute parfois de ses habiletés à résoudre ce problème après en avoir fait la lecture.

La confiance avant la résolution et la confiance pendant la résolution

Même si elle exprime de la confiance avant de commencer à résoudre certains problèmes (*9 points, Abeilles, Échiquier, Les « 4 »*), elle n'exprime pas de confiance en elle-même lors de leur résolution. Même qu'au problème de l'échiquier, elle commence à douter de ses habiletés lors de la résolution : « Comme à l'habitude j'ai consulté [Dominique], car sans elle je n'aurais jamais trouvé comment faire ».

La confiance après la résolution

Une fois qu'elle a terminé un problème, Cloé a presque toujours confiance en sa solution et en sa démarche. D'ailleurs, elle utilise toujours un nombre supérieur ou égal à 5 pour décrire la confiance qu'elle a en sa solution et il n'y a que deux problèmes où elle utilise un nombre inférieur à 5 pour décrire la confiance qu'elle a en sa démarche (*Blocs, Balances*). Elle explique alors que ses démarches sont correctes, mais qu'elle pense qu'« il y a une meilleure façon » de résoudre le problème des blocs et que si elle avait plus d'objets à comparer au problème des balances que sa méthode serait plus difficile à utiliser.

Cloé ne justifie pas souvent son choix d'un niveau de confiance supérieur ou égal à 5, mais, comme elle consulte presque toujours des amis, nous avons tendance à croire qu'elle a surtout confiance dans la démarche et dans la solution proposée par ses amis. Elle écrit d'ailleurs au problème des pommes qu'elle a confiance en sa démarche puisque « [Dominique] m'a dit comment faire et elle a presque toujours les bonnes démarche »¹².

En plus d'avoir confiance dans les solutions et dans les méthodes proposées par ses amis, Cloé affirme avoir confiance en sa solution au problème du théorème de Pythagore puisque cette solution a été retrouvée sur Internet, solution qui n'est qu'un exemple et non une démonstration comme demandé.

¹² Il est à noter que la solution qu'elle propose au problème des pommes n'est pas valide.

L'ordre d'appréciation et l'ordre de difficulté

À la fin de la session, lorsqu'il est demandé à Cloé d'ordonner les problèmes du plus facile (1) au plus difficile (14) et du moins aimé (1) au plus aimé (14), Cloé utilise le même nombre pour décrire l'appréciation et le niveau de difficulté de chaque problème. Ainsi, elle aurait apprécié les problèmes qu'elle perçoit comme les plus difficiles et moins apprécié les problèmes les plus faciles. Or, en regardant ses résolutions de problèmes pendant la session, nous avons observé le contraire. Nous avons donc l'impression qu'elle n'a pas bien compris l'une de ces deux questions. Elle apprécierait alors les problèmes qu'elle a trouvés faciles et elle aimerait moins les problèmes qu'elle a trouvés difficiles.

La persévérance

Selon nous, Cloé n'aime pas abandonner une résolution de problème puisque, même si elle semble avoir de la difficulté avec plusieurs problèmes pendant la session, elle n'en abandonne qu'un seul (*Magie*). Lorsqu'elle a de la difficulté, elle semble toutefois aller voir ses collègues pour de l'aide assez vite puisqu'elle ne présente presque jamais de tentative de résolution avant de mentionner qu'elle a dû consulter quelqu'un. D'ailleurs, parmi les neuf problèmes pour lesquels elle consulte des amies, il n'y a qu'aux problèmes des métiers et des abeilles qu'elle semble avoir tenté de résoudre le problème seule avant de consulter.

En regardant ses réponses au questionnaire final, nous avons l'impression que Cloé est plus persévérante à la fin de la session qu'au début de celle-ci. En effet, elle affirme travailler entre 30 à 60 minutes sur un problème avant de l'abandonner, alors qu'en début de session elle affirmait travailler entre 10 à 30 minutes. Elle affirme aussi s'arrêter moins souvent et recommencer plus souvent à la fin de la session qu'au début de celle-ci. Or, en regardant le temps qu'elle affirme avoir consacré à chaque résolution de problème, nous ne pouvons pas faire ce même constat. Le temps consacré à un problème varie de 5 ou 10 minutes (*9 points*) à environ 1 heure (*Pythagore*) pendant la session. Or, nous remettons en question l'exactitude de ces temps puisque Cloé affirme au problème des 9 points qu'elle ne « calcule » pas le temps qu'elle consacre à un problème. Comme nous ne remarquons aucun

lien direct entre le temps de résolution et la difficulté du problème ou autres, la perception de Cloé du temps qu'elle consacre à un problème aurait pu être influencée par une combinaison de plusieurs facteurs, tels la difficulté du problème et le fait de travailler avec des amis.

Le temps de résolution et l'appréciation d'un problème

Le temps que Cloé indique avoir pris pour résoudre les problèmes qu'elle affirme avoir appréciés se situe toujours entre 5-10 minutes et environ 30 minutes tandis que le temps de résolution des problèmes qu'elle n'a pas aimés varie entre 15 minutes et une heure.

Attitudes cognitives

La vérification de la solution

Cloé ne laisse aucune trace de vérification. Elle affirme aussi dans les questionnaires diagnostic et final qu'elle vérifie rarement ses solutions puisqu'elle ne sait pas comment, mais qu'elle révisé tout de même ses résolutions (*questionnaire diagnostic*). Il est donc possible que Cloé accorde une certaine importance à la vérification de la solution, mais qu'elle ne laisse aucune trace puisqu'elle ne sait pas comment faire autrement que relire.

L'utilisation de schémas

Dans les questionnaires diagnostic et final, Cloé affirme utiliser des schémas souvent pour l'aider à comprendre, et ce, puisqu'elle est visuelle. Nous remarquons d'ailleurs en regardant ses résolutions de problèmes, qu'elle utilise des schémas dans environ la moitié des problèmes (*Métiers, 9 points, Abeilles, Fourmi, Pythagore, Verres, Échiquier*). Parmi ceux-ci, il y avait des problèmes où les schémas étaient nécessaires à la résolution (*9 points, Pythagore, Échiquier*) ou encore très utiles (*Métiers, Abeilles, Verres*). La résolution de problèmes similaires auparavant a possiblement eu une influence sur l'utilisation de schémas, particulièrement au problème des métiers.

L'importance de la généralisation

Cloé semble avoir de la difficulté à généraliser une solution. D'ailleurs, soit elle consulte des collègues aux problèmes nécessitant une généralisation (*Abeilles*, *Pythagore*, *Échiquier*), soit elle abandonne le problème (*Magie*) ou soit elle présente une solution sans la généraliser (*Blocs*). Elle semble donc ne pas accorder une grande importance à la généralisation en résolution de problèmes.

L'existence ou non d'autres méthodes de résolution

Au début de la session, Cloé affirme qu'il est toujours possible de résoudre un problème de différentes façons puisqu'« on n'a pas toutes les mêmes pensées donc plusieurs méthodes d'y arriver ». Cette idée est à la fois présente dans le questionnaire diagnostic et dans quatre des cinq premières résolutions de problèmes (*Blocs*, *Métiers*, *Pommes*, *Abeilles*). Vers le milieu de la session, lorsque Cloé affirme qu'il y a d'autres méthodes de résolution possibles, elle suggère une piste de résolution (*Balances*, *Fourmi*, *Pythagore*). Or, vers la fin de la session, l'idée qu'il y a toujours plus d'une méthode de résolution possible puisque « personne ne voit le problème de la même façon » réapparaît dans ses écrits (*Échiquier*, *Magie*), et ce, même si pendant la session Cloé écrit à quelques reprises qu'elle ne pense pas qu'il est possible de résoudre certains problèmes d'une autre façon que celle qu'elle propose (*9 points*, *Âge*, *Les « 4 »*). Elle avait d'ailleurs raison à deux de ces trois problèmes de dire qu'il n'y avait qu'une façon de les résoudre, soit la méthode d'essai erreur (*9 points*, *Les « 4 »*).

Au questionnaire final, Cloé affirme être « plutôt d'accord » avec le fait qu'il est toujours possible de résoudre un problème de plusieurs façons et elle pense qu'elle est « plus » d'accord qu'avant avec cette affirmation, ce qui semble un peu contradictoire. Or, elle ne précise pas pourquoi elle pense qu'il est toujours possible de résoudre un problème de plusieurs manières.

L'existence ou non d'autres solutions

Cloé pense aussi qu'un problème n'admet qu'une bonne solution « la plupart du temps », ce qu'elle affirme d'ailleurs à la fois au questionnaire diagnostique et au questionnaire final tout en répondant presque à chaque problème de la session que ce dernier n'admet qu'une solution. Nous remarquons toutefois une évolution dans ses justifications à la suite de chaque problème. En effet, au début de la session, elle justifie qu'il n'y a pas d'autre solution « parce qu'[elle] en ai aissayé quelle que unes et sa ne marchait pas! » (*Blocs*), « parce que la manière que c'est donnée il y a juste une solution » (*Métiers*) et parce qu'elle ne peut pas penser à d'autres solutions (*9 points*), et aux problèmes des pommes et des abeilles, elle ne se positionne pas vraiment sur la question puisqu'elle ne répond que « peut être ». Pendant le reste de la session, sauf au problème des « 4 », elle affirme qu'il n'y a pas d'autres solutions aux problèmes et elle présente une justification acceptable, sauf au problème du théorème de Pythagore où elle ne présente pas de justification. Nous remarquons toutefois au problème de magie qu'une solution ne peut pas, pour Cloé, être une explication : « non car d'après moi il n'y a pas de solution mais plutôt une explication! » et, au problème des « 4 », elle affirme qu'il pourrait y avoir plus d'une solution puisqu'elle en a elle-même trouvé plus d'une.

L'importance d'obtenir une bonne solution

Lorsque questionnée sur l'importance d'avoir la bonne solution, à la fois au début et à la fin de la session, Cloé est « plutôt en désaccord » avec le fait que la bonne solution est l'aspect le plus important en résolution de problèmes et elle écrit que le travail est plus important que la solution puisque celle-ci pourrait être erronée en raison d'une faute de calcul. Elle semble aussi associer l'importance en résolution de problèmes aux points accordés : « ce n'est pas la réponse qui vaut le plus de points, c'est le travail que tu fais pour y arriver ».

Lors de la résolution des problèmes, Cloé ne semble pas non plus accorder beaucoup d'importance à l'obtention d'une bonne solution puisqu'elle ne vérifie pas ses solutions, mais

elle semble quand même accorder de l'importance à obtenir une solution puisqu'elle n'abandonne pas souvent la résolution même si elle a souvent de la difficulté.

La difficulté accordée à la compréhension de l'énoncé

Au début de la session, Cloé affirme que comprendre l'énoncé d'un problème est l'un des aspects les plus difficiles en résolution de problèmes. Au cours de la session, nous remarquons à quelques reprises qu'elle est effectivement mélangée après la lecture de l'énoncé. D'ailleurs, au problème des métiers, elle écrit être « confuse » puisqu'« au début ça dit que trois hommes ont deux métiers chacun et à la fin ça dit... et pas deux exercent le même métier » et, au problème des verres, elle se sent mal puisqu'elle ne comprend pas le problème lorsqu'elle le lit. De plus, au problème des pommes, elle affirme elle-même avoir de la difficulté en compréhension.

Or, dans le questionnaire final, Cloé affirme que comprendre l'énoncé d'un problème est l'un des aspects les plus faciles de la résolution de problèmes. Puisqu'elle exprime encore de la confusion dans les derniers problèmes qu'elle avait à résoudre, nous avons du mal à comprendre pourquoi elle fait cette affirmation. Peut-être avait-elle sous-estimé la difficulté des autres aspects de la résolution de problèmes en début de session?

L'importance de la chance et de la mémorisation

Cloé pense que la mémorisation peut aider en résolution de problèmes. Elle répond d'ailleurs aux questionnaires diagnostique et final qu'elle est respectivement « tout à fait d'accord » et « plutôt d'accord » avec le fait que la mémorisation est importante en résolution de problèmes. Au premier questionnaire, elle justifie sa réponse en écrivant « c'est important car tu n'as pas besoin de relire le problème 50 fois pour te rappeler des détails ou des choses importantes » tandis qu'à la fin de l'année elle pense que la mémorisation peut aider, car « c'est important de se rappeler dans chose qu'on a vu en classe et de se rappeler ce que le problème nous dit sans avoir à le lire 10 fois ». Nous remarquons donc qu'elle interprète la

mémorisation d'une manière un peu plus large à la fin de la session, ce qui explique peut-être son changement de position.

La chance est aussi importante pour Cloé à la fin de la session, ce qu'elle trouvait inutile au début du semestre. Ces réponses aux questionnaires diagnostic et final nous laissent croire qu'elle se fie plus sur la chance et moins sur ses habiletés pour résoudre un problème à la fin de la session. Pourtant, à la fin du questionnaire final, Cloé ne semble pas percevoir de changement d'attitude par rapport à la chance puisqu'elle coche qu'elle se fit à la chance « autant » qu'au début de la session.

Attitudes sociales

La comparaison de méthodes et de solutions et le travail en équipe

Au cours de la session, Cloé semble apprécier de plus en plus discuter de sa solution et de sa démarche avec ses amis. D'ailleurs, au début de la session, elle était « plutôt d'accord » avec le fait qu'elle aime discuter de sa démarche avec ses amis, et ce, pour « savoir si [elle est] sur la bonne voie et apprendre de nouvelles manières à résoudre les problèmes » tandis qu'à la fin de la session, elle est « tout à fait d'accord » avec le fait qu'elle aime discuter de sa démarche avec ses amis pour « savoir si [elle] le fai[t] comme il faut ». Elle perçoit d'ailleurs elle aussi un changement d'attitude puisqu'elle affirme au questionnaire final qu'elle aime « plus » qu'avant de discuter de sa solution et de sa démarche avec ses amis.

En regardant davantage les problèmes résolus par Cloé, nous avons l'impression qu'elle ne consulte pas seulement ses amis pour savoir si elle a une bonne démarche, mais aussi, et même surtout, pour savoir comment faire. Comme nous l'avons mentionné plus tôt, elle va souvent voir Dominique pour de l'aide (*Métiers, Pommes, Abeilles, Âge, Échiquier, Les « 4 »*), mais elle travaille aussi avec d'autres collègues à quelques reprises (*Fourmi, Pythagore, Verres*). D'ailleurs, elle mentionne aussi une autre collègue au problème de la fourmi et, au problème des verres, elle va voir l'enseignante pour de l'aide, mais celle-ci

demande à Cloé et aux autres étudiants présents dans son bureau de discuter du problème sans qu'elle intervienne directement. Cloé semble aussi avoir travaillé avec des collègues au problème du théorème de Pythagore puisqu'elle utilise le « on » dans sa réponse à la question concernant sa confiance en sa solution. Ainsi, il n'y a que quatre problèmes de la session où Cloé ne mentionne pas avoir travaillé avec d'autres personnes (*Blocs, 9 points, Balances, Magie*).

Liens entre les attitudes affectives, cognitives et sociales

La véracité de la solution proposée et l'appréciation d'un problème

Les problèmes que Cloé affirme avoir appréciés après les avoir résolus sont des problèmes où sa solution est valide (*9 points, Balances, Âge, Les « 4 »*), sauf en ce qui concerne le problème des blocs, où elle ne généralise pas sa solution. Or, il y a tout de même des problèmes où la solution qu'elle propose est valide, mais où elle dit ne pas avoir apprécié ce problème.

Les sentiments avant la résolution et la familiarité du problème

Tous les problèmes où Cloé affirme se sentir « bien » ou « normal » après la lecture de l'énoncé sont des problèmes avec lesquels elle est familière puisqu'elle affirme en avoir résolu des problèmes similaires auparavant (*9 points, Échiquier, Les « 4 »*). Or, il y a aussi des problèmes où elle avait déjà résolu un problème similaire, mais face auxquels elle ne se sent pas aussi bien (*Métiers, Abeilles, Pythagore*). Ainsi, nous avons l'impression que pour être confortable face à un problème, Cloé doit avoir déjà résolu un problème similaire, mais cela n'est pas suffisant pour que Cloé se sente à l'aise face à un problème.

La confiance en soi et le travail d'équipe

Cloé ne semble pas seulement consulter ses amis lorsqu'elle n'a pas confiance en ses habiletés à résoudre un problème. D'ailleurs, il y a certains problèmes où elle semble avoir

confiance en elle-même après avoir lu l'énoncé, mais où elle consulte ensuite des amis afin de pouvoir résoudre le problème (*Abeilles, Pythagore, Échiquier, Les « 4 »*) et il y a aussi des problèmes où Cloé n'a pas confiance en ses habiletés à les résoudre, mais où elle ne semble pas consulter des collègues lors de la résolution (*Blocs, Magie*).

4.1.4 Dominique

Résumé

Après la lecture de l'énoncé d'un problème, Dominique n'a pas souvent confiance en ses habiletés à le résoudre. Pourtant lors de la résolution, elle exprime surtout de la fierté, de la satisfaction et de la confiance. De plus, après la résolution d'un problème, elle a presque toujours confiance en sa solution et en sa méthode de résolution. En fait, elle a moins confiance en sa méthode lorsqu'elle a recours à la logique ou à l'observation, qu'elle ne semble pas considérer comme des méthodes de résolution.

Dominique aime résoudre des problèmes « faciles » et n'aime pas résoudre des problèmes « difficiles ». Même si elle semble avoir apprécié résoudre plusieurs problèmes pendant la session, elle affirme ne pas aimer la résolution de problèmes de façon générale. Elle est tout de même persévérante puisqu'elle n'aime pas rester sans solution. Ses écrits sont courts et nous avons l'impression qu'elle présente parfois la méthode de résolution qui lui a permis d'obtenir une solution sans écrire toutes les méthodes qu'elle a essayées avant. De plus, ses écrits sont accompagnés de schémas seulement lorsqu'ils sont nécessaires. Aussi, elle ne semble pas vérifier sa solution. Enfin, les sentiments « négatifs », telle la frustration, sont seulement exprimés lors de la résolution des premiers problèmes de la session.

Le travail d'équipe semble important pour Dominique lorsque vient le temps de faire une généralisation. En effet, elle ne semble pas être en mesure de généraliser par elle-même, ni de ré expliquer une généralisation par elle-même. Il semble aussi y avoir un lien entre le travail d'équipe, la consultation de collègues et la perception du niveau de difficulté d'un

problème. En effet, les problèmes que Dominique a résolus avec des amis font partie des problèmes qu'elle a trouvés les plus faciles de la session tandis que les problèmes pour lesquels Dominique a dû consulter quelqu'un les ayant déjà résolus font partie des problèmes qu'elle perçoit comme les plus difficiles de la session.

L'expérimentation semble avoir changé l'idée que Dominique avait sur le nombre de solutions qu'un problème peut admettre puisqu'elle pense moins à la fin de la session qu'un problème admet toujours une seule solution qu'elle ne le pensait au début de la session. Elle semble aussi avoir renforcé chez Dominique l'idée qu'il peut toujours y avoir différentes méthodes pour résoudre un problème, et ce, même si Dominique affirme parfois le contraire pendant la session.

Attitudes affectives

La confiance en soi

Dominique laisse entendre qu'elle a moins confiance en elle-même à la fin de la session qu'au début de celle-ci. Elle affirme au questionnaire final qu'elle se trouve « moins » bonne qu'avant. D'ailleurs, à la fin de la session, elle se dit « assez bonne » en résolution de problèmes alors qu'au début elle s'était dit « bonne ». Le fait qu'elle a travaillé souvent avec des collègues pourrait y en être pour quelque chose.

Le doute qu'elle a en ses habiletés à résoudre des problèmes se fait d'abord sentir dans ses écrits après la lecture des énoncés de la majorité des problèmes qui lui sont présentés pendant la session puisqu'elle utilise alors un niveau de confiance égal ou inférieur à 4. Elle précise qu'elle ne sait pas comment résoudre certains problèmes et elle se dit alors « confuse » (*Fourmi*, *Âge*), « un peu craintive » (*Pommes*) ou même « bouleversée » (*Casino*). D'autres fois, elle se dit « incertaine » (*Blocs*), « stresser » (*Abeilles*), « mêlée » (*Métiers*) ou « un peu confuse » (*Magie*) puisqu'elle ne sait pas si elle sera en mesure de résoudre ces problèmes.

Pour ce qui est des quelques problèmes où Dominique utilise un nombre supérieur à 4 sur une échelle de 1 à 6 pour décrire la confiance qu'elle a en ses habiletés à résoudre un problème après en avoir fait la lecture, elle écrit qu'elle sent se « bien » (*Échiquier*), « très bien » (*Les « 4 »*) ou « correct » (*Balances*), et ce, puisqu'elle est « certaine » (*9 points, Échiquier, Les « 4 »*) ou « pas mal certaine » (*Balances*) de pouvoir résoudre le problème.

Même si Dominique laisse entendre dans ses questionnaires diagnostic et final, et dans ses écrits après la première lecture de la majorité des énoncés, qu'elle n'a pas une grande confiance en elle-même, elle n'exprime pas ce doute, ni au moment de résoudre les problèmes, ni suite à leur résolution. Elle semble même avoir confiance en elle-même puisque, comme nous le verrons plus loin, elle exprime principalement de la confiance, de la satisfaction et de la fierté. Elle semble par ailleurs avoir confiance en sa solution de même qu'en sa méthode de résolution. Il est à noter qu'elle a raison d'avoir confiance puisqu'elle présente une solution valide à la majorité des problèmes qui lui sont présentés pendant la session.

Après la résolution de tous les problèmes, à une exception près, Dominique semble avoir confiance en sa solution, ce qu'elle exprime en utilisant le nombre 4 ou un nombre supérieur sur l'échelle de 1 à 6. Il n'y a qu'au problème des pommes où elle utilise un niveau de confiance inférieur à 4, soit le niveau de confiance 3, et ce, parce qu'elle craint s'être « trompée dans la formule ».

Dominique semble aussi avoir confiance en ses méthodes de résolution puisqu'elle utilise souvent un nombre supérieur à 4 pour décrire la confiance qu'elle a en sa méthode (*Blocs, Métiers, Pommes, 9 points, Abeilles, Âge, Échiquier, Les « 4 »*). Cependant, elle ne justifie son choix d'échelon qu'à quelques reprises, plus précisément au problème des métiers où elle écrit avoir déjà utilisé cette méthode pour résoudre de tels problèmes à l'école et au problème des pommes où elle pense qu'une formule est une bonne manière de résoudre le problème. Il est à noter toutefois que cette formule s'avère inappropriée.

Dominique n'utilise jamais un échelon inférieur à 3 pour décrire sa confiance en sa méthode de résolution. Les niveaux de confiance 3 et 4 sont toujours utilisés lorsqu'elle a résolu le problème à l'aide de la logique ou d'observations (*Balances, Fourmi, Pythagore, Verres, Magie, Casino*). Elle écrit alors :

« je n'ai pas vraiment de démarche. J'ai seulement fait des observations [...] » (*Balances*),

« je n'ai pas vraiment pris de démarche, j'ai juste pris ma logique » (*Fourmi, idée similaire aux Verres*).

Dominique semble donc avoir moins confiance en sa méthode de résolution lorsqu'elle a recours à sa logique et/ou à des observations pour résoudre le problème.

Les autres sentiments exprimés

Comme nous venons de le mentionner, Dominique n'exprime pas souvent de doute lors de la résolution de problèmes, et ce, même si elle doute souvent de ses habiletés à résoudre le problème immédiatement après avoir lu l'énoncé. En fait, il n'y a que trois problèmes, donnés en début de la session, pour lesquels elle exprime des doutes face à sa méthode (*Blocs, Pommes, Abeilles*), du découragement (*Blocs, Abeilles*), de la frustration (*Pommes, Abeilles*) ou encore de la confusion (*Abeilles*). Le problème qui semble provoquer chez elle le plus de sentiments « négatifs » est celui de la généalogie des abeilles. En effet, elle exprime beaucoup de frustration en écrivant par exemple que le mot « ARRAGER » n'est même pas assez gros pour expliquer ce qu'elle ressent et qu'elle « EN A PLEIN [SON] CASQUE » de travailler sur ce problème. Elle consulte par la suite un ami qui lui dit de regarder pour une suite, ce qui lui permet de trouver la suite et de résoudre le problème. Elle semble soulagée d'avoir trouvé une solution, mais elle semble aussi encore frustrée puisqu'elle écrit à l'aide de lettres majuscules qu'elle a : « FINALEMENT TROUVER LA SOLUTION ». Elle écrit d'ailleurs après la résolution du problème qu'elle ne l'a pas aimé

tant qu'elle ne pouvait pas trouver de solution, mais qu'elle s'est mise à l'aimer après avoir « remarqué la suite logique ».

À partir du 6^e problème, Dominique n'exprime plus aucun sentiment « négatif » en cours de résolution. En effet, soit elle exprime de la fierté (*Métiers, Abeilles, Balances, Verres, Échiquier, Magie, Casino*), qui est parfois accompagnée d'une certaine confiance en sa méthode (*Métiers*), en sa solution (*Balances, Magie*) ou en ses amies (*Échiquier*), ou elle n'exprime aucun sentiment (*Fourmi, Âge, Pythagore, Les « 4 »*).

Les difficultés ne veulent pas dire sentiments « négatifs »

Le fait de n'exprimer aucun sentiment ou encore de n'exprimer que des sentiments « positifs » lors de la résolution d'un problème ne veut pas dire que Dominique n'éprouve pas de difficulté à résoudre le problème en question. Il arrive en effet qu'elle n'exprime aucun sentiment ou encore que des sentiments « positifs » alors qu'elle déclare les problèmes comme étant « difficile » (*Pythagore*) ou encore « trop logique » (*Magie*).

L'appréciation de la résolution de problèmes

Dans les questionnaires diagnostic et final, Dominique affirme ne pas aimer résoudre des problèmes. Au début de la session, elle élabore en écrivant qu'elle aime ressortir les éléments importants de l'énoncé, mais qu'elle n'aime pas faire toutes les étapes de la résolution tandis qu'à la fin de l'expérimentation elle explique qu'elle n'aime pas la résolution de problèmes parce que « c'est trop logique ». Pourtant, lorsque nous regardons les résolutions de problèmes de façon individuelle, nous remarquons que Dominique affirme avoir aimé plusieurs problèmes après les avoir résolus (*Blocs, Métiers, 9 points, Balances, Fourmi, Âge, Échiquier, Les « 4 »*) et il semble y avoir un changement en ce qui a trait aux raisons pour lesquelles elle aime un problème pendant la session. Au début de la session, elle justifie son appréciation d'un problème en expliquant qu'il lui a fait réaliser qu'« il faut toujours essayer plusieurs méthodes pour arriver à la solution » (*Blocs*) ou qu'il lui rappelle des problèmes déjà résolus (*Métiers, 9 points*). Or, à partir du 6^e problème de la session,

Dominique qualifie les problèmes qu'elle a aimés de « pas difficiles » (*Balances*, *Âge*, *Les 4*), « faciles » (*Fourmi*) ou le « fun » (*Échiquier*).

Tout comme Dominique aime résoudre les problèmes « faciles », elle ne semble pas aimer résoudre les problèmes « difficiles ». Elle affirme d'ailleurs au problème du théorème de Pythagore qu'elle ne l'a pas aimé puisqu'elle l'a trouvé « difficile » et elle n'aime pas non plus le problème des verres puisqu'elle a eu de la difficulté à « expliquer [son] raisonnement ». Dans la même ligne d'idées, elle n'aime pas le problème des pommes puisqu'elle était « obligé de trop forcer pour [le] résoudre ».

En plus d'être influencée par sa perception du niveau de difficulté d'un problème, l'appréciation de Dominique semble, dans certains cas, être influencée par le fait qu'elle doute un peu de sa méthode et de sa solution (*Casino*) ou encore par le fait qu'elle n'arrive pas à une solution satisfaisante (*Abeilles*). D'ailleurs au problème des abeilles, elle écrit qu'elle n'aime pas ne pas arriver à « la bonne solution », mais qu'une fois qu'elle a su résoudre le problème, elle l'aimait.

L'appréciation d'un problème et l'ordre de difficulté accordé à celui-ci

Comme nous l'avons mentionné plus tôt, Dominique semble aimer les problèmes qui sont pour elle « faciles » et moins aimer les problèmes qui sont plus difficiles. Ce constat, qui a été fait en regardant l'appréciation que Dominique a d'un problème après en avoir fait la résolution, est aussi présent lorsque nous regardons les façons qu'elle a ordonné les problèmes du plus aimé au moins aimé et du plus facile au plus difficile à la fin de la session. En effet, les problèmes les plus appréciés sont en général perçus comme les plus faciles et, dans la même ligne d'idée, les problèmes les moins aimés sont parmi les problèmes les plus difficiles de la session. Il n'y a que deux problèmes où ce lien n'est pas présent, soit le problème de l'âge de l'homme, problème qui est parmi les plus appréciés, mais parmi les plus difficiles et le problème de la balance, problème qui est entre les problèmes les plus faciles et les problèmes les plus difficiles, mais qui est aussi parmi les problèmes les moins appréciés de la session.

Les problèmes les plus appréciés et perçus comme les moins difficiles à la fin de la session sont des problèmes que Dominique affirmait aussi avoir appréciés immédiatement après les avoir résolus en plus d'être des problèmes où elle a obtenu une bonne solution, du moins partiellement (*Blocs, Métiers, 9 points, Échiquier, Les « 4 »*). Elle a aussi résolu la majorité de ces problèmes en travaillant avec des amis (*Blocs, Métiers, 9 points, Échiquier*). Parmi les problèmes appréciés après la résolution, il y a tout de même deux problèmes qui font partie à la fin de la session des problèmes les moins appréciés, soit le problème de la balance et celui de la fourmi. Son changement d'attitude par rapport au problème de la fourmi pourrait être attribué au fait que sa solution n'était pas valide puisqu'elle n'avait pas vu l'astuce, ce qui complique le problème, mais nous ne pouvons pas expliquer son changement d'attitude par rapport au problème des balances puisque sa solution proposée est valide et qu'elle ne semble avoir eu aucune difficulté à le résoudre.

À l'exception du problème de la fourmi, les problèmes les moins appréciés de la session et perçus comme les plus difficiles sont des problèmes qui semblent avoir causé des difficultés à Dominique lors de la résolution, problèmes qu'elle affirmait aussi ne pas avoir tellement appréciés après les avoir résolus (*Abeilles, Fourmi, Pythagore, Verres, Magie*). Nous remarquons aussi que les solutions qu'elle a présentées à ces problèmes ne sont que partiellement valides ou encore invalides, à l'exception de la solution qu'elle présente au problème des abeilles. Or, elle semble avoir eu beaucoup de difficultés à trouver cette solution puisqu'elle exprime beaucoup de frustration lors de la résolution de ce problème, problème qui est à la fin de la session le moins apprécié.

La méthode de résolution, la confiance en la démarche, l'appréciation et la difficulté d'un problème

Nous avons mentionné plus tôt que Dominique a moins confiance en sa démarche lorsqu'elle résout un problème en utilisant sa logique ou en faisant des observations. En regardant ces problèmes davantage, nous remarquons qu'ils font tous partie, à la fin de la session, des problèmes les moins appréciés et perçus comme les plus difficiles. Il semble

donc avoir un lien entre la confiance que Dominique a en sa méthode de résolution, sa méthode de résolution elle-même, particulièrement la logique et l'observation, son appréciation d'un problème et sa perception du niveau de difficulté de ce problème.

La persévérance

À la fin du questionnaire final, Dominique affirme être plus persévérante à la fin de la session qu'elle ne l'était au début de celle-ci. Nous faisons d'ailleurs nous aussi ce constat en comparant ses questionnaires diagnostic et final puisque, avant l'expérimentation, elle dit laisser tomber un problème dans les 10 premières minutes d'essai et, à la fin de la session, elle affirme travailler de 10 à 30 minutes avant de laisser tomber un problème.

En observant les problèmes résolus par Dominique, nous ne remarquons toutefois pas ce changement d'attitude puisqu'elle ne laisse tomber aucune résolution de problème et, dès le début de la session, elle affirme avoir travaillé plus de 10 minutes par problème. Elle affirme d'ailleurs avoir travaillé 10 à 30 minutes sur tous les problèmes de la session, à l'exception de deux problèmes où elle affirme avoir travaillé encore plus longtemps avant d'arriver à une solution (*Pommes*, *Abeilles*).

Le temps accordé à la résolution et les sentiments lors de la résolution

Dominique semble ressentir de la frustration lorsqu'elle passe beaucoup de temps à résoudre un problème. En effet, pour les problèmes des pommes et des abeilles, qui lui ont causé de la frustration, elle dit avoir pris environ « 1 heure » (*Pommes*) et « plus d'une journée » (*Abeilles*) pour la résolution tandis qu'elle n'affirme jamais avoir travaillé plus d'une demi-heure sur la résolution des autres problèmes.

Attitudes cognitives

L'utilisation de schémas

Dominique affirme dans les questionnaires diagnostic et final qu'elle utilise rarement des schémas pour résoudre des problèmes. Elle précise aussi dans le premier de ces questionnaires qu'elle n'aime pas travailler avec des dessins et qu'elle le fait seulement lorsqu'elle en a « évidemment » besoin. En effet, nous remarquons que Dominique utilise des schémas surtout lorsque ceux-ci sont nécessaires (*9 points*, *Pythagore*, *Verres*, *Échiquier*). Elle en utilise pour résoudre deux autres problèmes présentés immédiatement après qu'elle ait répondu au questionnaires diagnostic, ce qui aurait pu l'influencer dans l'utilisation de schémas. De plus, pour un de ces problèmes, soit celui des métiers, elle affirme avoir résolu des problèmes similaires à l'école. L'utilisation d'un tableau découle peut-être des méthodes de résolution apprises à l'école.

L'importance de la généralisation

Dominique semble avoir une bonne idée de comment résoudre les problèmes dont l'énoncé demande explicitement une généralisation, mais elle n'élabore pas suffisamment pour que ses solutions soient complètes (*Échiquier*, *Magie*). Elle ne semble pas non plus avoir compris le problème qui lui demande de ré expliquer une généralisation, c'est-à-dire le problème du théorème de Pythagore. En effet, après avoir eu de l'aide d'une amie, elle donne un exemple d'application de ce théorème au lieu de trouver une démonstration et de l'expliquer.

En plus d'avoir de la difficulté à généraliser, Dominique ne semble pas voir l'importance de la généralisation pour démontrer l'unicité de la solution au problème des blocs puisqu'elle s'arrête après avoir trouvé que Chantal pouvait avoir 49 blocs. Elle est tout de même consciente qu'il pourrait y avoir d'autres nombres que 49, mais elle ne ressent pas l'importance de les trouver. De plus, elle semble comprendre que la généralisation peut aider

à résoudre des problèmes numériques, mais elle n'arrive pas à le faire par elle-même (*Abeilles, Échiquier*).

L'existence ou non d'autres solutions ou d'autres méthodes de résolution

Au questionnaire diagnostic, Dominique affirme qu'il n'y a qu'une seule bonne solution à un problème. Pendant la session, nous remarquons toutefois qu'elle répond à quelques reprises qu'un problème peut admettre plus d'une solution (*9 points, Pythagore, Les « 4 »*) ou qu'il peut « peut-être » admettre plus d'une solution (*Blocs*). Dans tous les cas, elle a raison. Cette attitude évolue au fil de la session, probablement à force de résoudre de tels problèmes, puisque Dominique explique à la fin de la session qu'il est possible d'avoir plusieurs solutions à un problème en donnant comme exemple le problème des « 4 ». Elle est aussi consciente de ce changement puisqu'elle coche au questionnaire final qu'elle pense « moins » qu'avant qu'un problème admet qu'une bonne solution.

Pour ce qui est du nombre de méthodes qui permettent de résoudre un problème, Dominique pense, à la fois au début et à la fin de la session, qu'il y a toujours plusieurs méthodes de résolution puisqu'elle est « tout à fait d'accord » avec cet énoncé. Elle affirme même au questionnaire final penser « plus » qu'avant qu'il y a toujours plus d'une manière de résoudre un problème. Pourtant, à la suite de la résolution de certains problèmes pendant la session, elle affirme qu'elle ne pense pas qu'il y a plusieurs méthodes de résolution à ces problèmes (*9 points, Âge, Verres, Magie, Les « 4 »*), et elle a presque toujours raison (*9 points, Verres, Magie, Les « 4 »*). Ces problèmes ne semblent toutefois pas avoir influencé l'attitude de Dominique en ce qui concerne le nombre de façons de résoudre un problème puisqu'elle pense encore à la fin de la session qu'il est toujours possible de résoudre un problème de différentes façons.

La vérification de la solution

Au début de la session, Dominique affirme qu'en résolution de problème, elle vérifie « toujours » sa solution en la remettant dans l'énoncé, et ce, puisqu'elle veut toujours savoir

si elle a « la bonne réponse ». Cependant, lors des résolutions, elle n'affirme en aucun temps qu'elle a vérifié sa réponse et, à la fin de la session, elle affirme vérifier « rarement » sa solution « car c'est difficile des fois de toujours vérifier ses réponses ». Quoique nous ne voyons aucun changement pendant la session, le changement de réponse du questionnaire diagnostique au questionnaire final nous laisse entendre que Dominique vérifie sa solution pendant la session beaucoup moins qu'elle ne le faisait avant l'expérimentation. Or, elle ne semble pas voir ce changement puisqu'elle coche à la fin de la session qu'elle vérifie sa solution « autant » à la fin de la session qu'au début de celle-ci.

L'importance d'obtenir une bonne solution

Dominique affirme à la fois au début et à la fin de la session que la solution à un problème n'est pas l'aspect le plus important en résolution de problèmes, que c'est plutôt l'effort qui est important. Quoiqu'elle est déjà « tout à fait en désaccord » avec l'idée que l'importance en résolution de problème est d'avoir la bonne solution au début de la session, elle affirme au questionnaire final qu'elle est encore « moins » en accord avec cette affirmation qu'elle ne l'était au début de la session. Elle écrit aussi au questionnaire final que « ce n'est pas vraiment important d'arriver à une bonne solution ».

Même si Dominique ne pense pas que l'obtention d'une bonne solution est l'aspect le plus important en résolution de problème, elle semble tout de même vouloir obtenir une solution à chaque problème qu'elle tente de résoudre. Ce constat se fait surtout au problème des abeilles où elle semble devenir très frustrée, et, même si elle est « pas mal écoeurée » de tenter de résoudre ce problème, elle consulte un ami et termine la résolution. Nous ne pouvons toutefois pas nous prononcer sur le fait qu'elle accorde ou non une importance à la validité de cette solution. Comme elle ne semble pas vérifier sa solution, il se peut très bien qu'elle souhaite tout simplement présenter une solution à chaque problème qui lui est présenté, que cette solution soit valide ou non.

L'idée de Dominique en ce qui a trait à l'importance d'obtenir une bonne solution en résolution de problème, tout comme le fait qu'elle ne vérifie pas sa solution aurait pu être

influencé par le fait que l'enseignante n'accorde aucun point à la solution trouvée, qu'elle soit bonne ou non.

La difficulté accordée à la compréhension de l'énoncé

Même si elle ne comprend pas immédiatement les énoncés de quelques problèmes pendant la session (*Métiers, Verres*), Dominique ne semble pas trouver que la plus grande difficulté en résolution de problème soit la compréhension d'un énoncé puisqu'elle affirme à la fois au début et à la fin de la session qu'elle trouve que comprendre l'énoncé d'un problème est l'aspect le plus facile de la résolution de problème. Nous remarquons toutefois qu'elle est « un peu mêlée » après avoir lu le problème des verres et qu'elle est « mélangée face à tous les emplois » mentionnés dans le problème des métiers.

L'importance de la chance et de la mémorisation

Dominique trouve, au début de la session que la chance est peu importante en résolution de problèmes, ce qu'elle affirme encore à la fin de la session. Elle a toutefois l'impression qu'il y a eu un léger changement puisqu'elle affirme au questionnaire final se fier la chance « moins » souvent qu'elle ne le faisait avant l'expérimentation. Quoiqu'il en ait, il est clair que la chance n'est pas importante en résolution de problèmes pour Dominique, même qu'elle n'y fait jamais référence lors de la résolution de problèmes.

La mémorisation, quant à elle, semble plus importante pour Dominique. Elle écrit d'ailleurs, à la fois au début et à la fin de la session, qu'elle est « plutôt d'accord » avec le fait que la mémorisation peut aider en résolution de problème, même qu'elle affirme qu'elle est « plus » d'accord avec cette affirmation au questionnaire final qu'elle ne l'était au début de la session. Elle justifie aussi cette attitude en écrivant que « se rappeler de choses faites avant peut toujours être pratique » (*questionnaire final*). Elle ne fait pourtant pas référence à des notions mémorisées lors de la résolution de problèmes.

La présentation de sa solution finale ou une seule tentative de résolution

En général, Dominique ne présente qu'une méthode de résolution avec laquelle elle arrive directement à une solution et le tout, incluant les réponses au questionnaire accompagnant le problème, est présenté sur une page recto verso. D'ailleurs, il n'y a que le problème des abeilles qui est présenté sur plusieurs pages, problème où elle a recommencé sa résolution de la même façon à quelques reprises avant de consulter un ami et d'arriver à une solution. Il n'y a que trois autres problèmes où elle présente quelques tentatives de résolution par essai-erreur (*Blocs, 9 points, Les « 4 »*), ce qui l'amène parfois à changer de méthode de résolution (*Blocs*) avant d'arriver à une solution. Or, au problème du théorème de Pythagore, Dominique écrit qu'elle consulte une amie parce qu'elle ne pouvait résoudre le problème seule, ce qui nous laisse croire qu'elle a essayé de résoudre le problème avant de consulter son amie sans toutefois écrire cette (ces) première(s) tentative(s) puisqu'elle ne présente que la solution proposée par son amie. Il semble donc qu'il y a certains problèmes où elle ne présente que la méthode de résolution qui lui a permis de trouver une solution sans écrire ses autres tentatives, ce qui laisse croire qu'elle a résolu le problème dès son premier essai.

Attitudes sociales

Le travail en équipe et la consultation de l'enseignante

Dominique affirme par écrit avoir consulté des amis à plusieurs reprises dans la session (*Pommes, 9 points, Abeilles, Âge, Pythagore, Échiquier, Casino*) et l'enseignante note deux autres problèmes où Dominique lui a affirmé oralement avoir travaillé avec son amie Diane (*Blocs, Métiers*), amie qu'elle mentionne d'ailleurs un peu plus souvent que les autres. En regardant les écrits de Dominique, nous avons l'impression qu'elle rencontre ses amis surtout pour travailler avec eux sur le problème (*Blocs, Métiers, Pommes, 9 points, Échiquier, Casino*), mais elle mentionne aussi à quelques reprises avoir consulté quelqu'un qui avait déjà résolu le problème et qui lui a donné une piste de résolution (*Abeilles, Âge, Pythagore*).

À la fin de la session, Dominique affirme travailler plus souvent avec des amis lorsqu'elle bloque et recommencer plus souvent tout en allant moins souvent voir l'enseignante. Nous remarquons d'ailleurs qu'elle n'a pas tendance à consulter l'enseignante, sauf pour la résolution des deux derniers problèmes de la session (*Les « 4 », Casino*).

À noter que même si Cloé mentionne souvent consulter Dominique lorsqu'elle résout des problèmes, Dominique, elle, ne mentionne jamais avoir travaillé avec Cloé. Il se peut que Dominique aide Cloé après avoir elle-même résolu le problème et ne revient pas écrire dans sa résolution de problème qu'elle a aidé son amie.

La comparaison de solutions et de démarches entre amis

Dominique coche à la fois au questionnaire diagnostique et au questionnaire final qu'elle est « plutôt d'accord » avec le fait qu'elle aime discuter de sa démarche et de sa solution avec ses amis. Or, même si elle fait le même choix de réponse au début et à la fin de la session, nous avons l'impression que cette attitude a changé en regardant les explications que Dominique donne après ces choix de réponses. En effet, elle explique au questionnaire diagnostique qu'elle n'aime pas discuter de sa démarche et de sa solution avec ses amis, mais qu'elle en discuterait « si cela est vraiment important » tandis qu'au questionnaire final, elle affirme que « c'est toujours mieux de s'expliquer entre amis et de voir ce que nous avons fait de mal ».

Liens entre les attitudes affectives, cognitives et sociales

L'ordre de difficulté attribué à un problème et le travail d'équipe

Les problèmes où Dominique consulte quelqu'un qui a déjà résolu le problème (*Abeilles, Âge, Pythagore*) sont, à la fin de la session, parmi les problèmes qu'elle perçoit comme les plus difficiles de la session tandis que les problèmes où elle travaille avec d'autres pour trouver une solution (*Blocs, Métiers, 9 points, Pommes, Échiquier*) font partie des problèmes perçus comme les moins difficiles de la session.

4.1.5 Ève

Résumé

À la fin de la session, Ève aime moins la résolution de problèmes et se considère moins bonne en résolution de problèmes qu'au début de la session. En effet, elle ne se trouve pas bonne et elle n'aime pas cette activité. Elle affirme pourtant pendant la session avoir aimé la majorité des problèmes qui lui ont été présentés, et elle exprime de la fierté au moment de les résoudre. En fait, pendant la session, il n'y a que quelques problèmes qu'elle affirme ne pas avoir aimés : les problèmes qu'elle trouve difficiles, ceux qui lui font ressentir de la frustration et qui ne l'amènent pas à exprimer un sentiment de fierté ou de satisfaction et ceux dont elle ne peut pas vérifier la solution. À la fin de la session, nous remarquons qu'Ève n'aime toujours pas les problèmes qu'elle perçoit comme difficiles puisque, à quelques exceptions près, elle affirme que les problèmes perçus comme les plus difficiles sont aussi parmi les problèmes qu'elle a moins aimés pendant la session et les problèmes qu'elle perçoit comme les plus faciles sont parmi ceux qu'elle a plus appréciés.

En général, en plus de ne pas apprécier les problèmes qu'elle perçoit comme difficiles, Ève n'aime pas les problèmes qui prennent plus d'une heure à résoudre et elle a moins confiance en sa solution et en sa méthode pour ces problèmes que pour ceux qui lui ont pris moins de temps. Après avoir travaillé une heure et demie ou plus sur un problème, elle l'abandonne parfois, ce qu'elle n'aime toutefois pas faire. Avant d'abandonner, il arrive tout de même qu'elle se tourne vers ses collègues, ce qui ne l'avance guère. Le travail en équipe ou la consultation de collègues est toutefois très rare pour Ève puisqu'elle ne le fait qu'à deux reprises, sans succès. Elle semble préférer travailler seule et a souvent recours aux schémas pour comprendre et résoudre un problème. D'ailleurs, elle utilise presque toujours des schémas, ce qui, selon elle, l'aide à comprendre le problème. Nous remarquons aussi qu'elle a, à quelques reprises, de la difficulté à comprendre l'énoncé d'un problème ou encore le problème lui-même, ce qu'elle n'arrive pas souvent à surmonter.

Pendant la session, soit Ève a confiance autant en sa démarche qu'en sa solution, soit elle a plus confiance en sa démarche qu'en sa solution. De plus, elle semble toujours avoir une bonne idée de la validité de sa solution. En effet, lorsqu'elle a confiance en sa solution, celle-ci est valide; lorsqu'elle a moins confiance en sa solution, celle-ci n'est que partiellement valide, et lorsqu'elle n'a pas confiance en sa solution, celle-ci n'est pas valide. Comme elle a toujours raison d'avoir confiance ou non en sa solution, nous avons l'impression qu'elle la vérifie, ce qu'elle affirme d'ailleurs au questionnaire final. Elle laisse toutefois peu de traces de ces vérifications dans ses écrits. De plus, elle semble accorder une grande moins importance à l'obtention d'une solution valide à la fin de la session qu'au début de celle-ci puisqu'elle écrit : « ce n'est pas vraiment important d'arriver à une bonne solution, mais d'avoir au moins essayé ».

Même si, parmi les problèmes qui lui ont été présentés dans la session, certains admettaient plus d'une solution et d'autres n'admettaient qu'une seule, Ève affirme à la fin de la session que tous les problèmes qui lui ont été présentés n'admettent qu'une solution et donc qu'un problème n'admet toujours qu'une solution. Pourtant, au début de la session, elle écrivait que certains problèmes pouvaient avoir plus d'une solution. De plus, même si quelques problèmes qui lui ont été présentés se résolvaient d'une seule façon, Ève semble encore persuadée à la fin de la session qu'il y a toujours plus d'une façon de résoudre un problème, et ce, puisque personne ne raisonne de la même façon.

Nous remarquons aussi que le temps de la session auquel un problème est présenté ainsi que les sujets mathématiques dont il est question dans ce problème influencent l'intérêt qu'Ève a en ce problème.

Attitudes affectives

La confiance en soi

Ève semble avoir plus confiance en elle-même au début de la session qu'à la fin de celle-ci. Elle affirme d'ailleurs au questionnaire diagnostique qu'elle se considère « bonne » en

résolution de problèmes et, avant la résolution de presque tous les problèmes qui lui sont présentés dans la première moitié de la session, elle affirme être « en confiance » tout en utilisant un nombre supérieur ou égal à 4 pour exprimer cette confiance, à l'exception du problème de la fourmi. En plus d'affirmer qu'elle a confiance, elle justifie souvent cette confiance en écrivant que le problème sera assez simple à résoudre (*Abeilles*, *Balances*, *Verres*), qu'il ne semble pas trop difficile (*Métiers*) ou encore qu'elle a une idée comment le résoudre (*Blocs*, *Métiers*, *Pommes*). Elle a alors confiance, même si elle pense que le problème prendra du temps à résoudre (*Abeilles*), même si elle n'a pas très envie de le résoudre (*Balances*), ou encore même s'il ne l'intéresse pas vraiment (puisqu'elle aime moins les nombres que la logique) (*Blocs*). De plus, lorsqu'un problème semble facile, elle est parfois contente puisqu'elle a une idée comment elle va s'y prendre pour le résoudre (*Pommes*) et parfois même elle a hâte de le résoudre (*Métiers*). En plus d'avoir confiance avant la résolution de la majorité des problèmes qui lui ont été présentés pendant la première partie de la session, Ève a aussi confiance en sa démarche et en sa solution après la résolution de ces problèmes, ce qu'elle exprime à l'aide des échelons 5 et 6 sur l'échelle de confiance.

À partir d'environ la mi-session, après avoir fait la lecture de l'énoncé, Ève n'utilise qu'une seule fois le nombre 4 (*Les « 4 »*) pour exprimer sa confiance en ses habiletés, et ce, même si le problème ne l'intéresse pas. Le 3, lui, est utilisé à la fois pour exprimer le fait qu'elle a confiance (*Verres*), qu'elle est curieuse (*Verres*) et qu'elle a peur puisque le problème semble difficile (*Pythagore*, *Casino*) tandis que le 2 est seulement utilisé lorsqu'elle a peur et que le problème lui semble difficile (*Fourmi*, *Âge*, *Échiquier*). De même, la confiance qu'Ève a en ses solutions et en ses démarches semble aussi diminuer à partir d'un peu avant la mi-session. Elle utilise alors majoritairement un nombre inférieur ou égal à 4 pour décrire la confiance qu'elle en ses démarches et en ses solutions. De plus, dans le questionnaire final, Ève affirme qu'elle se considère maintenant comme « assez bonne » en résolution de problèmes, elle se dit donc moins bonne qu'elle ne le pensait au début de la session. Elle ne semble toutefois pas consciente de ce changement, puisqu'à la fin du questionnaire final, elle se pense « autant » bonne qu'au début de la session.

Nous remarquons aussi qu'elle n'a pas tendance à justifier son choix des niveaux de confiance vers la fin de la session, ce qu'elle faisait quand même de temps en temps jusqu'à la résolution du problème portant sur le théorème de Pythagore. Est-ce qu'elle n'est plus motivée à répondre aux questions du questionnaire accompagnant les problèmes écrits parce que les devoirs et les projets sont plus nombreux, parce que la résolution de problèmes n'est plus une activité nouvelle ou encore parce qu'elle aime de moins en moins cette activité ?

La confiance en sa solution et la confiance en sa démarche

Nous remarquons qu'Ève se prononce toujours, à une exception près (*Pommes*), soit avec le même nombre pour exprimer la confiance qu'elle a à la fois en sa solution et en sa méthode, ou soit avec un nombre plus élevé pour exprimer la confiance qu'elle a en sa démarche à un problème. De plus, lorsqu'elle justifie la confiance qu'elle a en sa solution, elle fait référence à un moment précis à la confiance qu'elle a en sa démarche, ce qui nous laisse croire que pour elle, une bonne démarche est nécessaire pour avoir une bonne solution. Une autre idée, soit qu'une bonne solution est indicatrice d'une bonne démarche se retrouve aussi au problème des pommes puisqu'elle écrit : « je crois avoir quand même utilisé une bonne démarche, car elle m'a permise de trouver la solution ».

Il est intéressant de remarquer que même si Ève exprime de la confiance en la solution du problème du théorème de Pythagore trouvée sur Internet, elle semble tout de même avoir quelques réserves puisqu'elle utilise respectivement les nombres 4 et 5 pour décrire la confiance qu'elle a en sa solution et en sa démarche. Nous croyons que cela pourrait s'expliquer du fait qu'elle ne la comprend pas complètement.

Pour ce qui est des autres justifications des niveaux utilisés pour décrire la confiance qu'elle a en sa démarche, Ève semble se baser sur la rapidité de celle-ci ainsi que sur l'obtention d'une solution à l'aide de cette démarche. Par exemple, au problème de la généalogie de l'abeille, elle explique que sa première démarche est utile pour trouver la deuxième, mais que la deuxième est très bonne puisqu'elle est moins mélangeante que la première, ce qui peut être un signe que le niveau de confiance qu'elle attribue à sa démarche

est relié à la rapidité de celle-ci. Nous retrouvons cette même idée au problème de la fourmi où elle utilise le niveau de confiance 1 parce qu'elle devrait travailler « des jours » pour trouver une solution avec sa démarche. Elle semble donc mélanger « aimer sa démarche » et « avoir confiance en sa démarche ».

Lien entre la confiance et la véracité de la solution

En regardant les problèmes où Ève utilise un nombre inférieur ou égal à 3 pour décrire la confiance qu'elle a en sa solution (*9 points, Fourmi, Âge, Magie, Casino*), nous remarquons qu'elle a raison de douter de ses solutions puisque, à l'exception du problème de l'âge, celles-ci ne sont pas valides. Pour ce qui est des problèmes où elle utilise le nombre 4 pour décrire la confiance qu'elle a en sa solution, les solutions qu'elle présente à ces problèmes sont soit invalides (*Les « 4 »*) parce qu'elle a mal compris le problème ou soit partiellement valides (*Blocs, Pythagore, Verres, Échiquier*). Enfin, elle a raison d'utiliser un nombre supérieur à 4 pour décrire la confiance qu'elle a en sa solution aux autres problèmes (*Métiers, Pommes, Abeilles, Balances*) puisque la solution qu'elle présente à ceux-ci est toujours valide. Ève semble donc avoir une bonne idée de la validité de sa solution tout au long de la session.

Les autres sentiments exprimés

Lorsqu'Ève a confiance avant la résolution d'un problème, elle semble exprimer moins de sentiments « négatifs » lors de sa résolution que lorsqu'elle n'a pas confiance. Les sentiments exprimés par Ève en cours de résolution sont généralement partagés. En fait, il n'y a que quelques problèmes où Ève n'exprime que des sentiments « positifs » (*Métiers, Pommes, Balances*), problèmes tous présentés pendant la première moitié de la session, et un seul problème où elle n'exprime que des sentiments « négatifs » (*Casino*), soit le dernier problème de la session.

La fierté, la satisfaction et la confiance sont les sentiments « positifs » les plus souvent exprimés. D'ailleurs, la fierté et/ou la satisfaction d'avoir trouvé une solution et

d'avoir terminé le problème se retrouve dans la majorité des problèmes résolus pendant la session (*Blocs, Métiers, Pommes, Abeilles, Balances, Âge, Pythagore, Verres, Échiquier, Les « 4 »*) tandis que la confiance se retrouve dans environ la moitié des résolutions de problèmes. La confiance est parfois exprimée par rapport à ses habiletés à résoudre le problème (*Blocs, Métiers, Abeilles, Balances, Fourmi*), mais elle est aussi exprimée par rapport à sa solution (*Métiers, Âge, Verres*), à l'astuce proposée par son amie (*9 points*) et à une solution trouvée sur Internet (*Fourmi*). En plus d'être fière et d'avoir confiance, Ève semble aussi, à quelques reprises, être étonnée que le problème soit moins difficile qu'elle ne le pensait *a priori* (*Échiquier, Les « 4 »*).

Pour ce qui est des sentiments plus « négatifs », Ève exprime souvent un certain doute par rapport à sa solution (*Blocs, 9 points, Âge, Verres, Les « 4 »*), à l'existence d'une solution (*9 points*), à la solution proposée par son amie (*9 points*), à sa démarche (*Fourmi, Âge*), à sa compréhension du problème (*Âge, Pythagore, Casino*), à son raisonnement (*Échiquier, Magie, Casino*) ainsi que par rapport à ses habiletés (*Magie*). En plus d'exprimer un doute, lorsqu'elle ne trouve pas de solution à un problème, Ève exprime parfois du découragement (*9 points, Échiquier, Magie*), un sentiment d'échec (*Magie*), de la frustration (*9 points, Âge*), du stress (*Casino*), de l'impuissance (*Fourmi, Âge, Magie*) et elle se dit parfois « mêlée » dans sa démarche (*Échiquier*) ou confuse face au problème (*Pythagore, Casino*).

L'appréciation des problèmes

Au questionnaire diagnostic, Ève affirme qu'en général, elle « aime » la résolution de problème puisqu'elle trouve cette activité intéressante, mais qu'elle n'aime pas abandonner sans avoir trouvé une solution. Or, au questionnaire final elle écrit qu'elle « n'aime pas » la résolution de problèmes, et ce, puisqu'elle n'aime pas ne pas arriver à une solution. Elle aime toutefois être en mesure de résoudre un problème auquel elle a consacré du temps, puisque cela lui procure de la fierté. Ève est aussi consciente de ce changement d'attitude puisqu'elle écrit à la fin du questionnaire final qu'elle aime « moins » la résolution de problème qu'avant l'expérimentation.

Pourtant, pendant la session, Ève affirme avoir aimé les problèmes où elle a exprimé de la fierté lors de la résolution, soit la majorité des problèmes (*Blocs, Métiers, Pommes, Abeilles, Balances, Âge, Pythagore, Verres, Échiquier, Les « 4 »*). Elle justifie son appréciation de ces problèmes en disant qu'ils étaient « faciles » (*Blocs, Métiers, Pommes, Abeille, Balances, Pythagore, Verres, Échiquier, Les « 4 »*), qu'ils lui ont « permis de réfléchir » (*Blocs, Métiers, Pommes, Abeille, Balances*), qu'ils n'étaient pas longs à résoudre (*Verres, Les « 4 »*), qu'elle a été capable de trouver une solution (*Âge*) ou encore qu'ils étaient « intéressants » (*Pommes, Échiquier*). Elle affirme même au troisième problème de la session (*Pommes*) qu'elle commence à aimer davantage la résolution de problèmes puisqu'elle voit cette activité mathématique comme un jeu, ce qu'elle affirme être un changement d'attitude de sa part : « Je commence à plus aimer ces problèmes, car ce sont pour moi des défis (un jeu) et non des devoirs. C'est plus mon attitude qui a un peu changé. ». Il y a tout de même deux de ces problèmes qui semblent la laisser avec des sentiments un peu plus « négatifs » que les autres problèmes qu'elle a appréciés. Plus précisément, le problème de l'échiquier semble la laisser avec un sentiment de déception puisqu'elle n'a pas réussi à généraliser la solution qu'elle a trouvée et elle doute de sa solution au problème des « 4 » puisque le problème lui semble « trop facile », ce qui l'a frustré aussi.

Pendant la session, Ève a aussi rencontré des problèmes qui lui ont causé un peu plus de difficultés et qu'elle n'a pas aimé résoudre, et ce, surtout vers la fin de la session (*9 points, Fourmi, Magie, Casino*). Ces problèmes sont les seuls où elle n'exprime pas de fierté lors de la résolution. De plus, elle est frustrée après leur résolution parce qu'ils étaient difficiles (*Fourmi, Casino*), parce qu'elle n'a pas réussi à trouver une solution (*Fourmi, Magie*) ou parce qu'elle ne peut pas vérifier sa solution (*9 points*). Elle est aussi très déçue au dernier problème de la session puisqu'elle pense avoir beaucoup de difficulté à l'examen avec la partie sur les probabilités. Parmi ces problèmes, nous retrouvons aussi les seuls problèmes où Ève affirme s'être arrêtée pour recommencer après avoir consulté des collègues (*9 points, Fourmi*) ou pour abandonner la résolution (*Fourmi, Magie*).

Bref, Ève aime la résolution de problème au début de la session et ce sentiment semble devenir plus grand dans les premières résolutions, mais vers la fin de la session, elle aime moins la résolution de problème, même qu'elle n'aime pas la résolution de problème. Nous avons l'impression que les derniers problèmes de la session ont joué un grand rôle dans ce dernier changement d'attitude puisqu'elle termine ces problèmes avec un sentiment de frustration. De plus, elle n'arrive pas à trouver à une solution valide pour ces problèmes, même qu'elle abandonne certaines de ces résolutions, ce que nous allons traiter davantage à la prochaine section.

La persévérance

Ève est très persévérante. En effet, dans le questionnaire accompagnant chaque problème écrit, elle affirme avoir travaillé environ une heure et demie à deux heures sur certains problèmes avant de les abandonner (*Fourmi*, *la généralisation de l'Échiquier*, *Magie*), de conclure qu'ils étaient impossibles (9 points) ou de donner une solution dans laquelle elle n'avait vraiment pas confiance (*Casino*). Nous remarquons aussi qu'à certains problèmes, elle précise qu'elle a recommencé la résolution (9 points, *Fourmi*, *Âge*), ce qui est un autre signe de persévérance. Ève semble cependant sous-estimer le temps qu'elle met à travailler sur un problème puisqu'au questionnaire diagnostique elle écrit travailler « 5 à 10 minutes » sur un problème avant de l'abandonner et, au questionnaire final, elle affirme travailler entre « 30 à 60 minutes » avant de laisser tomber un problème et non « plus d'une heure » comme nous le constatons pendant la session. Si Ève ne travaillait effectivement que 5 à 10 minutes sur un problème avant de l'abandonner avant l'expérimentation, pourquoi travaille-t-elle maintenant presque deux heures avant de laisser tomber un problème? Est-ce pour avoir une bonne note sur le devoir ou est-ce qu'elle veut vraiment arriver à une solution et qu'elle n'aime pas abandonner?

Nous avons l'impression qu'elle est persévérante parce qu'elle n'aime pas abandonner, et ce, puisqu'elle est frustrée lorsqu'elle doit abandonner un problème (9 points, *Fourmi*, *Magie*, *Casino* - *vraiment pas certaine de sa solution*) et parce qu'elle affirme dans le questionnaire final qu'elle n'aime pas ne pas arriver à une solution : « Je n'aime pas, pas

trouver de solutions. J'aime réussir à résoudre un problème qui m'a fallu du temps à trouver la solution. À ce moment, je suis fière de moi. ». Nous avons donc l'impression qu'Ève persévère pour trouver une solution et pour ressentir de la fierté.

L'appréciation d'un problème à la fin de la session

En général, les problèmes les plus appréciés à la fin de la session sont des problèmes qu'Ève affirme avoir appréciés immédiatement après leur résolution et les problèmes les moins appréciés à la fin de la session sont des problèmes qu'elle affirme ne pas avoir aimés après la résolution. Or, le problème du théorème de Pythagore ainsi que le problème des verres, qui étaient aimés après leur résolution, font partie des problèmes les moins appréciés de la session tandis que le problème du truc de magie, qui n'était pas apprécié immédiatement après sa résolution puisqu'Ève l'avait abandonné, fait partie des problèmes les plus appréciés de la session.

L'ordre de difficulté, l'appréciation et l'abandon d'un problème

La majorité des problèmes qu'Ève place aux premiers rangs d'appréciation à la fin de la session se retrouvent aussi parmi les problèmes qu'elle classe comme les plus faciles de la session. De même, les problèmes qu'elle apprécie moins à la fin de la session sont ceux qu'elle perçoit comme les plus difficiles. Or, l'ordre dans lequel elle place les problèmes du plus apprécié au moins apprécié et celui dans lequel elle place les problèmes du plus facile au plus difficile diffèrent souvent. D'ailleurs, il y a plusieurs problèmes pour lesquels le nombre utilisé pour décrire son appréciation et celui utilisé pour décrire sa perception du niveau de difficulté diffèrent d'au moins 3 échelons (*Pommes*, 9 points Abeilles Âge, Échiquier, Magie, Les « 4 »). Certains problèmes se retrouvent donc parmi les plus aimés, mais entre les plus faciles et les plus difficiles (*Pommes*) tandis que d'autres se retrouvent parmi les plus faciles de la session, mais dans le milieu de l'échelle d'appréciation (*Les « 4 »*). Il n'y a cependant qu'un problème qui est à la fois parmi les plus faciles et parmi les moins aimés (*Échiquier*) et il n'y a aucun problème à la fois parmi les plus aimés et les plus difficiles.

Les problèmes qu'Ève affirme ne pas avoir appréciés immédiatement après la résolution font aussi partie des problèmes perçus comme les plus difficiles de la session (9 points, *Fourmi*, *Magie*, *Casino*). D'ailleurs, nous avons mentionné plus tôt que les problèmes qu'Ève affirmait ne pas avoir appréciés sont les problèmes qu'elle ne termine pas avec fierté et où elle est frustrée parce que le problème était difficile, qu'elle n'a pas trouvé de solution ou encore parce qu'elle ne peut pas vérifier celle qu'elle a trouvée.

L'appréciation d'un problème, la confiance et les sentiments

Les problèmes qu'Ève affirme avoir aimés à la suite de leur résolution sont les problèmes où elle a une certaine confiance en sa solution et en sa méthode, plus précisément où elle utilise un niveau de confiance supérieur ou égal à 4. De plus, elle exprime une certaine fierté lors de la résolution de tous les problèmes qu'elle dit avoir aimés après la résolution. D'un autre côté, les problèmes qu'Ève affirme ne pas avoir aimés immédiatement après leur résolution sont les problèmes où elle n'exprime aucune fierté lors de leur résolution (9 points, *Fourmi*, *Magie*, *Casino*) et où elle a moins confiance en sa solution et en sa méthode après la résolution.

Parmi les problèmes les plus aimés à la fin de la session, nous retrouvons les problèmes où Ève a exprimé majoritairement des sentiments positifs lors de la résolution (*Blocs*, *Métiers*, *Pommes*, *Abeilles*, *Balances*), problèmes qu'elle avait d'ailleurs affirmé aimer immédiatement après les avoir résolus. Or, parmi les cinq problèmes les moins aimés à la fin de la session, nous ne retrouvons pas tous les problèmes qu'Ève affirme ne pas avoir aimés immédiatement après la résolution. D'ailleurs, il n'y a que les problèmes de la fourmi et du casino qui se retrouvent à la fois dans les problèmes les moins appréciés à la fin de la session et les problèmes non appréciés pendant la session.

Nous remarquons aussi qu'il semble y avoir un lien entre la confiance qu'Ève a en sa solution et en sa démarche immédiatement après la résolution et le rang d'appréciation qu'elle attribue à ce problème à la fin de la session. D'ailleurs, les cinq problèmes les plus appréciés de la session sont les problèmes où Ève utilise au moins un niveau de confiance 6

après la résolution ou deux niveaux de confiance 5. Or, le lien ne semble pas aussi direct entre les niveaux qui expriment un manque de confiance et les problèmes les moins appréciés puisque même si le niveau 1 a été utilisé pour décrire la confiance qu'Ève avait en sa solution au problème du truc de magie, ce problème est le sixième plus apprécié de la session.

Lien entre la persévérance et l'appréciation

Pendant la session, nous remarquons que les problèmes qu'Ève ne termine pas avec fierté et qu'elle n'aime pas font partie des problèmes qui lui ont pris plus de temps à résoudre (*9 points, Fourmi, Magie, Casino*), c'est-à-dire une heure et demie ou plus. Or, Ève a apprécié et terminé avec fierté d'autres problèmes auxquels elle a consacré beaucoup de temps, même qu'elle affirme avoir pris environ une heure pour le problème du théorème de Pythagore et environ deux heures pour le problème de l'échiquier.

Nous remarquons aussi qu'à la fin de la session, les problèmes les plus appréciés sont parmi les problèmes sur lesquels Ève affirme avoir travaillé moins longtemps et les problèmes les moins appréciés de la session sont parmi les problèmes qui lui ont pris plus de temps à résoudre.

Lien entre la persévérance et la confiance

Nous retrouvons presque tous les problèmes sur lesquels Ève affirme avoir travaillé une heure et demie ou plus (*9 points, Fourmi, Échiquier, Magie, Casino*) parmi les problèmes où elle ne semble pas avoir beaucoup confiance en sa méthode et en sa solution (*9 points, Fourmi, Âge, Magie, Casino*). Nous avons donc l'impression que le temps pris pour résoudre un problème pourrait avoir une influence sur la confiance qu'Ève a en sa solution et en sa méthode. En regardant aussi les cinq problèmes où Ève utilise au moins un 6 pour décrire sa confiance en sa solution ou en sa méthode et le problème où elle utilise le 5 pour décrire la confiance qu'elle a à la fois en sa solution et en sa méthode, c'est-à-dire les cinq problèmes les plus appréciés de la session, nous remarquons que ces problèmes sont les problèmes qui

lui ont pris environ 10 ou 15 minutes à résoudre, à l'exception du problème de l'abeille qui lui a pris 45 minutes à résoudre.

Attitudes cognitives

L'importance d'obtenir une solution valide

L'attitude d'Ève par rapport à l'importance d'obtenir une bonne solution semble avoir changé pendant la session. En effet, obtenir une solution valide est l'aspect le plus important en résolution de problème pour Ève au début de la session, et ce, puisqu'elle voulait bien réussir dans ses cours. À la fin de la session, elle est encore un peu en accord avec le fait que l'obtention d'une bonne solution est l'aspect le plus important en résolution de problèmes, mais elle explique qu'essayer de résoudre le problème est plus important qu'avoir une bonne solution : « J'aurai répondu tout à fait d'accord au début de l'année, mais maintenant l'aspect le plus important est de réfléchir et d'appliquer mes connaissances. L'important c'est d'essayer ».

L'existence ou non d'autres solutions

Au début de la session, Ève est « plutôt en désaccord » avec le fait qu'un problème admet qu'une bonne solution puisque, pour elle, un problème peut parfois avoir plusieurs solutions. Son attitude a toutefois changé pendant la session. En effet, elle affirme dans le questionnaire final qu'elle est « plutôt d'accord » avec le fait qu'un problème admet qu'une solution valide puisque tous les problèmes qu'elle a résolus n'avaient qu'une solution : « la majorité des problèmes que l'on a fait n'avaient qu'une seule bonne solution. En fait, tous les problèmes que l'on a fait ». Il est vrai que pendant la session Ève explique bien pourquoi la majorité des problèmes ne peuvent pas avoir d'autres solutions, à l'exception du problème des « 4 » où elle pense qu'il n'y a qu'une solution puisqu'elle a mal compris le problème. Elle a aussi toujours raison de dire que ces problèmes n'admettent qu'une solution valide. Or, il y a tout de même quelques problèmes pendant la session où elle croit qu'il peut y avoir plus d'une solution (9 points, Âge, Pythagore, Magie), problèmes où elle a raison une fois sur

deux. Plus précisément, elle a raison de dire que la solution au problème des 9 points peut se voir de quatre différentes façons et qu'il y a différentes démonstrations possibles au problème du théorème de Pythagore. Elle n'a toutefois pas raison de dire qu'il y a plus d'une solution aux problèmes de l'âge de l'homme et du truc de magie puisque les données sont vagues et que les gens raisonnent de différentes façons. Pourquoi est-ce qu'à la fin de la session, elle écrit que tous les problèmes n'admettent qu'une seule solution? A-t-elle oublié qu'il y avait quelques problèmes où il pouvait y avoir plus d'une solution? Peut-être que la correction en salle de classe lui a permis de changer d'avis? Pourtant, nous avons présenté plusieurs solutions au problème du théorème de Pythagore ainsi qu'à celui des « 4 ».

L'existence ou non d'autres méthodes de résolution

Même s'il n'y a toujours qu'une seule bonne solution pour Ève, il y a toujours plusieurs manières d'y arriver. En effet, dès le début de la session, elle est « tout à fait d'accord » avec cet énoncé du questionnaire diagnostic, et ce, puisque « tout le monde a sa propre méthode ». Après chaque résolution de problème, Ève affirme qu'il est possible d'arriver à une bonne solution à l'aide d'une autre méthode. Même si elle justifie souvent sa réponse en suggérant d'autres méthodes de résolution (*tous sauf Métiers, 9 points, Casino*), elle semble être convaincue qu'il y a d'autres méthodes de résolution parce que les gens ne raisonnent pas tous de la même façon. D'ailleurs, ce dernier argument est explicitement utilisé dans plusieurs résolutions de problèmes (*Blocs, Métiers, 9 points, Abeilles, Balances, Âge, Échiquier, Magie, Casino*) et semble être plus fort que les idées « intuitives » de l'étudiante. Par exemple, au problème des 9 points, même si elle ne peut penser à d'autres façons de résoudre le problème, Ève affirme qu'il doit y en avoir d'autres en se basant sur le fait que tout le monde ne pense pas de la même façon : « Personnellement, je ne vois pas une autre façon de procéder pour arriver à la bonne solution. Cependant, personne ne résonne de la même façon, donc il peut avoir différents chemins pour trouver la solution ». La correction en classe semble avoir renforcé cette idée qu'il est toujours possible de trouver plusieurs méthodes de résolution pour un problème puisqu'au questionnaire final, où elle est toujours « tout à fait d'accord » avec l'énoncé et elle ajoute « J'ai pu le constater avec les problèmes que nous avons résolu. Lorsque l'on corrigeait les problèmes en classe certaines

méthodes que le monde disait m'était inconnu et amenait à la bonne réponse tout comme la mienne ». Pourtant, lors de la correction du problème des 9 points, les étudiants et l'enseignante en sont venus à la conclusion qu'il n'y avait pas d'autres méthodes de résolution pour ce problème. Est-ce qu'Ève n'était pas en classe cette journée-là? Est-ce que son idée est tellement forte qu'un seul exemple ne suffit pas pour l'ébranler?

Les liens entre une bonne démarche et une bonne solution

Ève semble croire que si une personne a une bonne solution à un problème, elle doit avoir utilisé une bonne démarche puisqu'au problème des pommes elle justifie sa confiance en sa démarche en disant « [...] je crois avoir quand même utilisé une bonne démarche, car elle m'a permise de trouver la solution ». En observant les autres résolutions de problèmes davantage, nous remarquons aussi qu'Ève a confiance en sa démarche si elle a confiance en sa solution. Toutefois, nous ne pouvons pas dire que l'inverse est toujours vrai, puisque lorsqu'elle a confiance en sa démarche, elle n'a pas nécessairement confiance en sa solution. En effet, lorsqu'elle abandonne le problème du casino, elle exprime une plus grande confiance en sa démarche qu'en sa solution (niveau 3 versus niveau 1) et au problème des 9 points, elle a confiance en sa démarche (niveau 5), mais elle n'est pas certaine de son raisonnement (niveau 3).

L'importance de la vérification

En regardant les questionnaires diagnostic et final, nous avons l'impression que la vérification de la solution est importante pour Ève. En effet, elle affirme dans le premier questionnaire « toujours » vérifier sa solution pour s'assurer que celle-ci est bonne, et ce, en refaisant son travail. De plus, dans le tableau situé à la fin du questionnaire final, elle coche la case disant qu'elle vérifie sa solution autant qu'au début de la session. Pourtant, dans ce même questionnaire, elle affirme vérifier « souvent » sa solution en repassant son problème, comparativement au « toujours » qu'elle avait coché au questionnaire diagnostic. Elle ne laisse pas beaucoup de traces de ses vérifications dans les résolutions de problèmes. En effet, il n'y a que quatre problèmes où elle semble avoir vérifié sa solution (*Blocs*, *Pommes*, *Âge*,

Verres) à l'aide d'un schéma (*Blocs, Verres*), en remettant sa solution dans l'énoncé (*Pommes*) et en analysant sa solution pour savoir si elle est sensée (*Âge*). Elle aurait toutefois pu utiliser la méthode de vérification qu'elle explique dans le questionnaire final sans l'indiquer dans ses résolutions de problèmes, c'est-à-dire qu'elle aurait tout simplement pu relire ses résolutions.

L'utilisation de schémas

Ève affirme utiliser « souvent » des schémas pour mieux comprendre le problème, et ce, à la fois dans le questionnaire diagnostic et dans le questionnaire final. Elle explique au début de la session que les schémas l'aident parfois à comprendre le problème, ce qu'elle reprend à la fin de la session en ajoutant qu'elle est très visuelle. Ève utilise effectivement beaucoup de schémas, plus précisément elle utilise des schémas dans onze des quatorze problèmes qui lui ont été présentés pendant la session (*tous sauf Pommes, Magie, Les « 4 »*). Ces schémas sont parfois utilisés pour ressortir les données d'un problème (*Âge, Fourmi*), pour résoudre un problème (*Blocs, 9 points, Abeilles, Balances, Fourmi, Pythagore, Verres, Échiquier, Casino*), pour présenter la solution du problème (*Métiers, Verres*) ou encore pour vérifier la solution trouvée (*Blocs*).

La difficulté accordée à la compréhension de l'énoncé

Au début de la session, Ève pense que la compréhension de l'énoncé d'un problème est l'un des aspects les plus faciles de la résolution de problèmes, mais dans le questionnaire final elle affirme que la compréhension de l'énoncé est un des aspects les plus difficiles de la résolution de problèmes. Nous remarquons en effet quelques problèmes où l'étudiante a eu certaines difficultés à comprendre l'énoncé (*9 points, Âge*) ou encore le problème lui-même (*Les « 4 »*). En fait, elle ne sait pas si elle peut croiser les lignes utilisées au problème des 9 points et elle doute de la définition des mots « sixième », « septième » et « douzième » au problème de l'âge de l'homme. Elle ne semble pas non plus comprendre ce qui lui est demandé au problème des « 4 » puisqu'elle retrouve les nombres de 0 à 10 en utilisant un seul « 4 » avec une opération et un autre nombre.

Même en arrivant à comprendre l'énoncé, Ève ne comprend pas toujours le problème comme tel (*Fourmi, Échiquier, Casino*). Au problème de la fourmi, par exemple, elle ne prend pas en considération le fait que l'étirement de l'élastique joue un rôle sur la position de la fourmi et dans le problème du casino, elle ne prend pas en considération que le joueur doit lancer les dés 24 fois. En ce qui concerne le problème de l'échiquier, elle ne comprend pas la précision à l'effet qu'il y a des carrés de différentes grosseurs dans un échiquier. Elle explique avant même de commencer la résolution que cette précision n'a fait que la mélanger davantage. Elle arrive à résoudre correctement la première partie du problème, mais n'est pas en mesure de voir la suite permettant de résoudre la deuxième partie du problème.

L'importance de la chance et de la mémorisation

Ève ne semble pas changer d'avis par rapport à la chance et à la mémorisation en résolution de problèmes puisqu'elle répond au questionnaire diagnostique et final que la chance est peu importante pour elle et qu'elle est « plutôt d'accord » avec le fait que la mémorisation est importante. Elle élabore au sujet de la mémorisation en disant « il n'y a pas seulement la logique, il faut aussi savoir » (*questionnaire diagnostique*) et « Il faut quand même se souvenir des notions que l'on a appris pour pouvoir résoudre le problème » (*questionnaire final*). Or, nous ne retrouvons aucune trace d'utilisation de la mémorisation dans ses écrits.

L'influence des contextes et des sujets mathématiques traités

Les contextes mathématiques et les autres contextes ne semblent pas avoir d'influence sur la façon qu'Ève s'y prend pour résoudre un problème. Nous remarquons tout de même que quelques problèmes semblent piquer sa curiosité et que d'autres semblent moins l'intéresser, ce qui semble à chaque fois être influencé par le sujet de la résolution de problème. Plus particulièrement, elle est moins intéressée de résoudre le problème des blocs que celui des métiers parce qu'elle « aime moins les chiffres » et elle a peur de ne pas être en mesure de résoudre le problème du casino puisqu'elle pense avoir des difficultés avec les

notions requises, soit les probabilités. Or, elle a hâte de résoudre le problème du truc de magie puisque celui-ci l'intrigue.

L'influence du moment de la session

Nous avons l'impression que le moment de la session auquel un problème a été présenté a eu une influence sur les attitudes de la majorité des étudiants face à ce problème, pour ne pas dire tous les étudiants. Or, très peu laissent entendre cette influence, mais Ève, elle, y fait référence. Plus précisément, au problème des balances, elle écrit qu'elle n'a pas le goût de résoudre le problème et qu'elle aimerait « mieux étudier la mathématique », probablement parce que l'examen mi-session arrivait à grands pas.

Attitudes sociales

Le travail d'équipe

En regardant les problèmes qu'Ève a résolus, nous avons l'impression qu'elle aime travailler seule. D'ailleurs, elle fait seulement référence à des collègues de classe lors de la résolution de deux problèmes (*9 points*, *Fourmi*). Or, à l'une de ces reprises, elle ne semble pas avoir interagi avec eux puisqu'elle dit avoir entendu ce que d'autres disaient en classe : « au dernier cours de math, certaines personnes, on parlé d'aller voir sur Internet, [...] » (*Fourmi*). De plus, dans les questionnaires diagnostic et final, lorsque questionnée sur ce qu'elle fait lorsqu'elle est bloquée, elle ne mentionne pas aller voir des amis pour de l'aide.

Elle affirme toutefois dans le questionnaire diagnostic, qu'elle est « tout à fait d'accord » avec le fait qu'elle aime discuter de sa démarche et de sa solution avec ses amis, et ce, pour valider sa solution ou pour aider ses amis. Cette attitude semble avoir changé un peu puisqu'au questionnaire final elle se dit « plutôt d'accord » avec la même affirmation, mais elle aime encore discuter de sa solution pour voir si elle a « la » bonne solution. Même si, lors des résolutions de problèmes, elle ne laisse pas voir qu'elle compare sa solution et sa méthode avec celles de ses amis, il est possible qu'Ève discute avec ses amis après avoir

résolu le problème et répondu au questionnaire qui l'accompagne, ce qui pourrait expliquer pourquoi elle ne le mentionne pas.

La consultation de l'enseignante

Au début de la session, Ève affirme aller voir l'enseignante pour des conseils lorsqu'elle n'arrive pas à résoudre un problème. Or, pendant la session, elle ne consulte en aucun temps l'enseignante et, dans le questionnaire final, elle affirme aller voir l'enseignante beaucoup moins qu'avant. Nous avons l'impression que ce changement de comportement pourrait avoir été influencé par le fait que l'enseignante a dit en classe qu'elle ne répondrait à aucune question concernant la résolution de problèmes, mais il est peut-être aussi influencé par le fait qu'elle ne connaît pas beaucoup l'enseignante puisqu'elle n'a pas suivi le préalable avec elle.

Liens entre attitudes affectives, cognitives et sociales

L'appréciation d'un problème et la possibilité de vérifier

Au problème des 9 points, Ève précise qu'elle n'aime pas les problèmes qui sont impossibles puisqu'elle ne peut pas vérifier sa solution, ce qui la frustre : « Je n'ai vraiment pas aimé résoudre ce problème, car tu ne peux pas savoir la réponse avant que l'enseignante la donne. Tu ne peux pas vérifier ta solution et ça m'enrage. Les problèmes impossibles sont pas vraiment mes préférés, car je doute toujours. ». La possibilité de vérifier sa solution semble donc influencer l'appréciation qu'Ève a d'un problème.

La consultation de collègues et la confiance

Les quelques fois où Ève consulte des collègues, elle n'avait pas confiance en ses habiletés à résoudre le problème après l'avoir lu une première fois et elle avait essayé de résoudre le problème tout en exprimant un certain doute avant d'aller voir pour de l'aide. Dans l'un de ses problèmes (9 points), après avoir consulté une amie, elle a confiance que la

solution proposée par celle-ci est bonne et elle semble enthousiaste puisqu'elle sait que le problème est possible. Cependant, elle n'est pas capable de refaire la solution qu'elle n'a vue que quelques secondes et devient découragée et frustrée. Elle commence donc à douter de la véracité de la solution proposée par son amie. Dans l'autre problème (*Fourmi*), après avoir vérifié sur Internet parce que d'autres étudiants de la classe en avaient parlé, elle semble se sentir impuissante puisqu'elle ne comprend pas la solution qu'elle a trouvée. Elle a toutefois confiance en cette solution, mais abandonne le problème puisqu'elle devrait mettre trop de temps pour comprendre celle-ci.

Lien entre la compréhension d'un problème, la confiance, les sentiments, l'ordre de difficulté

Les problèmes où Ève n'a pas confiance en sa solution ou en sa méthode, c'est-à-dire les problèmes où elle utilise un niveau de confiance inférieur ou égal à 3 sont tous des problèmes où elle doutait de sa compréhension de l'énoncé (*9 points, Âge*) ou des problèmes où elle n'avait pas compris le problème lui-même (*Fourmi, Casino*). Elle avait aussi peur de ne pas être en mesure de résoudre plusieurs de ces problèmes et elle les a qualifiés de difficiles avant même de commencer leur résolution (*9 points, Fourmi, Casino*). Parmi ces problèmes, nous retrouvons aussi les deux seuls problèmes où elle mentionne avoir consulté des collègues (*9 points, Fourmi*).

4.1.6 Fabien

Résumé

Après avoir douté de ses habiletés en début de session, Fabien a vécu un succès au problème des métiers, ce qui semble avoir augmenté, de façon générale, son appréciation de la résolution de problèmes et sa confiance en lui-même, tout en ayant une influence sur sa perception du niveau de difficulté de certains problèmes. En effet, le problème des métiers était perçu, avant sa résolution, comme difficile et, à la fin de la session, il est perçu comme le plus facile de la session, même si l'étudiant semble avoir éprouvé plus de difficultés lors de sa résolution que lors de la résolution d'autres problèmes.

De plus, Fabien est persévérant et semble attribuer son succès à ses habiletés et non aux autres ou au degré de difficulté d'un problème. Toutefois, lorsqu'il a confiance en ses habiletés avant de résoudre un problème, la solution qu'il présente à la suite de résolution est soit fausse ou partiellement incorrecte tandis qu'il présente presque toujours de bonnes solutions aux problèmes où il a moins confiance en ses habiletés avant la résolution. Même s'il présente à plusieurs reprises des solutions qui ne sont que partiellement correctes, Fabien a presque toujours confiance en sa solution et en sa démarche après la résolution d'un problème. Il doute toutefois à quelques reprises pendant la session, soit lorsqu'il ne prend pas toutes les données en considération. Comme par exemple au problème de la fourmi, problème auquel il ne prend pas en considération les précisions faite par l'enseignante en salle de classe.

Pour ce qui est des attitudes cognitives, Fabien utilise presque seulement des schémas lorsque l'énoncé du problème le demande. De plus, il semble toujours avoir une bonne idée intuitive de l'existence ou non de d'autres solutions et de d'autres méthodes de résolution et, quoique l'obtention d'une bonne réponse est toujours importante pour Fabien, la réflexion semble avoir une plus grande importance que l'obtention d'une bonne réponse à la fin de la session.

Fabien affirme qu'il aime travailler en équipe et consulter ses amis pour valider sa solution et pour voir d'autres méthodes de résolution, mais, pendant la session, il ne mentionne ses collègues qu'à quelques reprises, et ce, lors de la résolution de certains problèmes où il n'avait pas très confiance en ses habiletés après avoir lu les énoncés. Il ne fait jamais mention de vérification avec des collègues. D'ailleurs, même s'il affirme toujours vérifier sa solution, il ne laisse des traces de vérification que lors de la résolution d'un seul problème.

Attitudes affectives

La confiance en soi

En regardant à la fois les résolutions de problèmes de Fabien et en comparant ses réponses aux questionnaires diagnostic et final, nous remarquons qu'il semble avoir plus confiance en lui-même à la fin de la session qu'au début de celle-ci. D'ailleurs Fabien avoue se sentir « bon » en résolution de problèmes dans le dernier questionnaire alors que dans le premier il s'était plutôt qualifié d'« assez bon » en plus d'utiliser davantage des niveaux confiance élevés (5 et 6) vers la fin de la session pour décrire la confiance qu'il a en ses habiletés à résoudre un problème après avoir lu l'énoncé. Fabien semble conscient de cette augmentation de confiance puisqu'il coche dans le tableau de comparaison au questionnaire final qu'il est meilleur en résolution de problème qu'au début de la session.

La confiance avant la résolution, le niveau de difficulté perçu et la compréhension de l'énoncé

La confiance de Fabien en ce qui a trait à ses habiletés à résoudre un problème après avoir lu l'énoncé semble liée à la fois à sa perception du niveau de difficulté du problème et à sa compréhension de l'énoncé du problème.

Premièrement en ce qui a trait au niveau de difficulté perçu, soit Fabien exprime une certaine confiance en ses habiletés à résoudre un problème après avoir lu l'énoncé, soit il qualifie le problème de « difficile ». Lorsqu'il est confiant, il l'écrit explicitement (*Blocs, Verres, Échiquier, Magie*) ou il affirme qu'il « se sent bien » par rapport au problème (*Fourmi, Les « 4 »*) et il se prononce sur son niveau de confiance en utilisant les nombres 5 et 6 sur une échelle de 1 à 6 (6 étant certain qu'il pourra résoudre le problème) (*Blocs, Fourmi, Verres, Échiquier, Magie, Les « 4 »*) tandis que lorsqu'il pense que le problème est « difficile » (*Métiers, Pommes, 9 points, Abeilles, Balances, Âge, Pythagore*), il le mentionne aussi explicitement et il se prononce à l'aide des niveaux de confiance moins élevés, soit les niveaux 2, 3 et 4. Il faut dire que lorsqu'il utilise les niveaux de confiance 3 et 4, il affirme se

sentir « correct » par rapport au problème tandis que lorsqu'il utilise le niveau 2, soit il n'exprime aucun sentiment (*Métiers, Âge*), soit il dit se sentir « pas trop confiant » (*Abeilles*).

Regardons maintenant les liens entre la confiance de Fabien et sa compréhension de l'énoncé. À chaque fois qu'il utilise le niveau de confiance le plus élevé (6) pour décrire la confiance qu'il a en ses habiletés à résoudre le problème, il justifie son choix en expliquant qu'il comprend bien l'énoncé puisqu'il a eu des explications de l'enseignante (*Magie, Les « 4 »*). De plus, lorsque Fabien utilise le niveau de confiance 2, soit le plus bas niveau qu'il utilise pendant la session, il exprime de la confusion par rapport à certaines données lors de la résolution de ces problèmes ce qui nous donne l'impression qu'il n'a pas bien compris l'énoncé. Lors de l'utilisation de d'autres niveaux de confiance à la suite de la lecture d'un énoncé, Fabien ne laisse toutefois aucune trace de sa compréhension ou de son incompréhension de l'énoncé.

Bref, nous avons l'impression que Fabien a très confiance en ses habiletés à résoudre un problème lorsqu'il comprend bien l'énoncé et que le problème ne lui semble pas trop difficile, qu'il a un peu moins confiance en lui-même lorsqu'il pense que le problème sera difficile et qu'il comprend l'énoncé et qu'il a encore moins confiance lorsque le problème semble difficile et qu'il n'a pas tout à fait compris l'énoncé. La confiance semble donc reliée à la compréhension de l'énoncé.

Les autres sentiments exprimés

Il n'y a qu'un problème où Fabien n'exprime aucun sentiment, soit le problème de la démonstration du théorème de *Pythagore*. Lors de la résolution de tous les autres problèmes qu'il a remis à des fins d'analyse (le problème du *casino* n'ayant pas été remis), il exprime plusieurs sentiments, dont la confiance et le doute, c'est-à-dire les sentiments les plus exprimés de la session. Ces sentiments sont exprimés par rapport à différents aspects de la résolution de problèmes, la confiance étant exprimée par rapport à ses habiletés à résoudre un problème (*Blocs, Métiers, Pommes*), à sa solution (*Blocs, 9 points, Échiquier, Magie, Les « 4 »*), à son raisonnement (*Abeilles, Verres*), à sa méthode / sa démarche (*Métiers, Abeilles,*

Balances, Échiquier) et à sa compréhension du problème (*Les « 4 »*) et le doute étant exprimé par rapport à ses habiletés à résoudre le problème (*Métiers, 9 points, Abeilles, Âge*), à l'existence d'une solution (*9 points*), aux intentions de l'enseignante (*9 points*), à la validité de son raisonnement (*Fourmi, Magie*), à la véracité de sa solution (*Âge*) et à l'utilité de certaines données (*Âge*).

Ces deux sentiments sont aussi accompagnés de d'autres sentiments au cours de la session. D'ailleurs, la confiance est accompagnée de la fierté, de la satisfaction, de l'étonnement et de la motivation à quelques reprises pendant la session sans que nous puissions établir une relation entre ces sentiments. Fabien semble parfois étonné d'avoir trouvé une réponse (*Métiers*) ou encore étonné parce que le problème était moins difficile qu'il pensait (*Balances, Verres*) « plus facile que je croyait », « sa été mieux que je le pensais » et il semble particulièrement motivé au problème des *abeilles*, puisqu'il « essaye de découvrir une démarche plus facile » que celle du « pattern » qu'il vient de trouver. Il se peut que Fabien soit aussi motivé lors de la résolution d'autres problèmes et que les raisons pour lesquelles il est motivé varient, mais il est difficile de déterminer la motivation et ses sources puisque nous n'avons pas demandé qu'il se prononce directement sur cette question. La fierté, elle, est souvent exprimée après la confiance, mais nous la remarquons seulement jusqu'au 5^e problème de la session (*Blocs, Métiers, Pommes, Abeilles*). Est-ce parce que Fabien a plus confiance en lui-même et qu'il est moins « surpris » de voir qu'il arrive à une solution plausible? Est-ce parce qu'il est un peu moins enthousiasme par rapport à la résolution de problème au fur et à mesure que la session avance?

Le doute, quant à lui, est parfois accompagné d'un sentiment d'impuissance (*Abeilles, Fourmi, Âge*), de confusion (*Métiers, Abeilles, Fourmi, Âge*) ou d'un certain découragement (*9 points*). Tout ces sentiments « négatifs », c'est-à-dire le doute, l'impuissance, la confusion et le découragement, sont soit exprimés au début d'une résolution et laissent ensuite place à la confiance, la fierté et la motivation (*Métiers, 9 points, Abeilles, Magie*) ou soit ils sont exprimés tout le long de la résolution et Fabien doute toujours de sa solution après avoir terminé la résolution (*Fourmi, Âge*).

La confiance avant la résolution et la confiance pendant la résolution

Fabien semble presque toujours confiant lors de la résolution des problèmes où il a affirmé avoir confiance après la lecture de l'énoncé (*Blocs, Verres, Échiquier, Les « 4 »*). En effet, parmi les problèmes où il utilise des niveaux de confiance élevés après avoir lu l'énoncé, il n'y a que le problème de la *fourmi* où il n'exprime aucune confiance et termine le problème en doutant toujours de sa solution. De plus, dans les autres problèmes où il avait confiance après avoir lu l'énoncé, il n'exprime qu'une seule autre fois un sentiment « négatif », plus précisément un doute qui laisse place à la confiance plus tard dans la résolution (*Magie*).

D'un autre côté, il ne semble pas avoir de lien aussi direct entre son manque de confiance après la lecture d'un énoncé et la confiance qu'il ressent lors de la résolution du problème. D'ailleurs, parmi les problèmes où Fabien ne semblait pas avoir très confiance en ses habiletés à résoudre un problème suite à la lecture de celui-ci, il y a certains problèmes où il exprime de la confiance tout au long de la résolution (*Pommes, Balances*), d'autres où il exprime un doute pour ensuite avoir confiance (*Métiers, 9 points, Abeilles*) et un problème où il doute tout au long de la résolution (*Âge*).

Il semble donc avoir un lien entre la confiance avant la résolution et la confiance pendant la résolution, mais il ne semble pas avoir de liens entre le manque de confiance avant la résolution et la confiance ou le manque de confiance lors de la résolution.

La confiance avant la résolution et la véracité de la solution proposée

Les solutions que Fabien présente aux problèmes où il avait confiance après la lecture de l'énoncé sont soit partiellement correctes (*Blocs, Verres, Échiquier, Magie, Les « 4 »*) ou fausses (*Fourmi*). Or, Fabien présente de bonnes solutions à presque tous les problèmes qu'il qualifiait de « difficiles » et où il avait moins confiance en ses habiletés après la lecture de l'énoncé (*Métiers, Pommes, 9 points, Abeilles, Balances*). D'ailleurs, il n'y a que le problème de l'âge où il n'avait pas confiance en ses habiletés et où la solution qu'il

présente est incomplète. Ainsi, pendant la session, lorsque Fabien a confiance en lui-même avant de résoudre un problème, sa solution n'est pas complète tandis que lorsqu'il a moins confiance et qu'il trouve le problème « difficile », il arrive à une bonne solution, à quelques exceptions près. Est-ce parce qu'il réfléchit davantage aux problèmes pour lesquels il a moins confiance en ses habiletés? Or se fait-il aider quand il sent que c'est plus difficile sans toutefois le mentionner dans ses écrits?

La confiance après la résolution

Fabien a presque toujours confiance en sa méthode et en sa solution après la résolution d'un problème. En effet, il n'y a que deux problèmes où il n'utilise pas les nombres 5 et 6 pour décrire la confiance qu'il a en sa solution et en sa méthode et ces problèmes sont les problèmes où il n'a pas été capable de surmonter le doute qu'il ressentait lors de la résolution. Il affirme aussi après la résolution de ces problèmes qu'il est incertain puisqu'il n'a pas pris en considération certaines informations et il utilise le niveau 3 pour décrire la confiance qu'il a en sa solution (*Âge, Fourmi*) et en sa méthode (*Âge*).

Pour ce qui est de la distinction que Fabien fait des niveaux de confiance 5 et 6 après la résolution de problème, elle n'est pas toujours facile à identifier, entre autres parce qu'il ne justifie pas toujours son choix. Ses quelques explications en ce qui a trait à la confiance en sa solution suggèrent qu'il utilise un 5 lorsqu'il a un petit doute sur la véracité de sa solution et un 6 lorsqu'il est certain qu'il a réussi le problème. Pour ce qui est de la confiance que Fabien a en sa démarche, il semble utiliser le niveau 5 lorsqu'il pense qu'il existe une « meilleure » démarche que la sienne (*Blocs, Pommes*) ou encore lorsqu'il travaille avec des amis (*Pythagore*).

L'appréciation de la résolution de problèmes

Fabien semble aimer davantage la résolution de problèmes à la fin de la session qu'il ne l'aimait au début. En effet, au questionnaire diagnostique, Fabien affirmait ne pas aimer la résolution de problèmes parce qu'il avait de la difficulté à « lire entre les lignes » et à

résoudre les problèmes. Or, il change d'avis après avoir réussi à résoudre le deuxième problème de la session (*Métiers*), problème où il n'avait pas confiance en ses habiletés après avoir lu l'énoncé. En effet, après avoir recommencé le problème et après avoir remarqué que sa méthode menait à une solution, il exprime une certaine confiance en sa méthode et en lui-même tout en semblant étonné d'avoir résolu le problème et en s'exclamant qu'il est fier et qu'il aime maintenant la résolution de problème. Quoique pendant la session Fabien n'aime pas tous les problèmes, il affirme toujours au questionnaire final qu'il aime la résolution de problèmes, particulièrement les problèmes où « l'information est précise et facile à comprendre », mais qu'il n'aime toujours pas les problèmes « longs à lire ».

Pendant la session, il ne justifie pourtant jamais le fait qu'il a aimé ou non un problème en parlant de la longueur de l'énoncé ou encore de sa compréhension de celui-ci. Lorsque questionné à propos de son appréciation des problèmes à la suite de leur résolution, Fabien affirme plutôt avoir aimé les problèmes qu'il classifie de « pas tellement difficiles » (*Blocs, Pommes, Balances*) et la majorité des problèmes qui, selon lui, font « réfléchir » (*Métiers, Abeilles, Verres, Magie, Les « 4 »*). Ces problèmes qu'il affirme avoir aimés sont aussi, à une exception près (*Échiquier*), les problèmes où il a ressenti de la confiance lors de la résolution de problème (*Blocs, Métiers, Pommes, Abeilles, Balances, Verres, Magie, Les « 4 »*). Il n'y a qu'au problème de l'échiquier que Fabien affirme avoir confiance en sa solution et en sa méthode tout en semblant plutôt indifférent à l'égard du problème. Il semble aussi moins aimer les problèmes où il doute encore de sa solution lorsqu'il répond à la question portant sur son appréciation du problème (*9 points, Fourmi, Âge*). Fabien ne semble toutefois pas détester ces problèmes puisqu'il ne se prononce jamais à l'aide d'un « non » catégorique à la question « est-ce que tu as aimé ce problème ? ». Il utilise plutôt des expressions qui démontrent une légère réticence face à un problème en particulier « pas nécessairement », « pas vraiment » (*9 points, Fourmi*) ou de l'indifférence « oui pis non », « ça m'a pas fait différence » (*Âge, Échiquier*).

L'ordre d'appréciation des problèmes à la fin de la session et la confiance pendant la résolution

Les problèmes les plus appréciés par Fabien à la fin de la session sont surtout ceux qu'il a affirmé apprécier à la suite de leur résolution (*Blocs, Métiers, Pommes, Balances, Verres, Les « 4 »*) et ceux pour lesquels il a ressenti de la confiance en cours de résolution (*Blocs, Métiers, Pommes, Balances, Verres, Échiquier, Les « 4 »*). Le problème le plus aimé de la session est celui des métiers, qui semble lui avoir fait changé d'avis par rapport à son appréciation générale de la résolution de problèmes, et ce, même s'il doutait au départ de ses capacités à résoudre le problème.

Le problème le moins apprécié de la session et celui du théorème de Pythagore. Fabien semblait pourtant indifférent par rapport à ce problème suite à sa résolution. Dans l'ordre d'appréciation que Fabien propose à la fin de la session, le théorème de Pythagore est suivi de celui de la fourmi ainsi que de celui de l'âge de l'homme, problèmes auxquels Fabien doutait de sa solution après la résolution. Parmi les problèmes les moins appréciés de la session, nous retrouvons aussi des problèmes pour lesquels Fabien a exprimé une certaine confiance après avoir, au départ, exprimé un doute (*Abeilles, Magie*). Il nous semble toutefois normal que certains problèmes qui ont été appréciés à la suite de la résolution se retrouvent parmi les problèmes les moins appréciés de la session puisque pendant la session Fabien affirme apprécier plus de problèmes que le contraire.

Il est plus surprenant de voir des problèmes qui n'étaient pas particulièrement aimés pendant la session et qui font, à la fin de la session, partie des problèmes les plus aimés (9 points, *Échiquier*). Or, nous avons l'impression que le problème des 9 points fait maintenant partie des problèmes les plus appréciés parce qu'après avoir répondu au questionnaire l'accompagnant, Fabien a demandé des précisions sur l'énoncé et a réussi à le résoudre. Ceci lui a probablement permis de conclure que le problème n'était pas impossible et possiblement de l'apprécier davantage.

Il semble donc y avoir un lien entre l'appréciation que Fabien a d'un problème à la fin de l'année et la confiance qu'il a ressentie lors de la résolution de ce problème. Il apprécierait davantage les problèmes où il n'a ressenti que des sentiments positifs, ce qui inclut la confiance, et apprécierait moins les problèmes où il ne fait que douter tout le long de la résolution. Entre ces deux extrêmes se situent les problèmes qui ont d'abord fait douter Fabien, pour ensuite engendrer un sentiment de confiance.

L'ordre de difficulté des problèmes

Selon Fabien, à la fin de la session, le problème le moins difficile est le problème des métiers, problème auquel il est devenu confiant après avoir douté de ses capacités et se sentir confus. Pourtant, pendant la session, il semble trouver d'autres problèmes plus faciles que celui des métiers (*Pommes*, *Balances*) puisqu'il fait des remarques sur la facilité de ces problèmes et non sur celui des métiers, tel que « j'aurais pu le résoudre dans 1 min., mais j'ai pris mon temps » (*Pommes*) et « P.S. si possible d'avoir un problème comme celui si sur l'examen, ça serait grandement apprécier, Merci! » (*Balances*). Est-ce que la fierté qu'il ressent après avoir résolu le problème des métiers fait oublier le doute et la confusion qu'il ressent au début et donc influence sa perception de la difficulté du problème à la fin de la session? Pourtant, il affirme aussi avoir confiance en sa solution et en sa méthode et être fier de lui après avoir surmonté du doute et de la confusion au problème de la généalogie des abeilles. À la fin de la session, ce problème se retrouve tout de même parmi les problèmes qu'il perçoit comme les plus difficiles.

En plus des problèmes des métiers, des pommes et des balances, Fabien perçoit le problème de l'échiquier et celui des « 4 » comme faisant partie des problèmes les plus faciles à la fin de la session. En regardant davantage ces problèmes, nous nous apercevons qu'ils sont parmi les problèmes auxquels Fabien a exprimé de la confiance lors de leur résolution. De même, les problèmes auxquels il n'a pas confiance lors de leurs résolutions font partie des problèmes qu'il perçoit comme les plus difficiles de la session (*9 points*, *Fourmi*, *Âge*). La confiance lors de la résolution d'un problème ne semble toutefois pas avoir un lien direct avec le niveau de difficulté attribué à celui-ci à la fin de la session. D'ailleurs, même si les

problèmes où il n'y a pas confiance lors de la résolution (*9 points, Fourmi, Âge*) font partie des problèmes les plus difficiles de la session, ils se retrouvent tout de même aux premiers rangs de cette catégorie, se rapprochant des problèmes les plus faciles de la session. Les problèmes les plus difficiles étant le problème où il n'exprime aucun sentiment (*Pythagore*) et des problèmes où il exprime de la confiance (*Abeilles, Verres*).

Perception du niveau de difficulté avant la résolution et ordre de difficulté attribué à la fin de la session

À la fin de la session, Fabien considère encore comme difficiles un peu plus de la moitié des problèmes qu'il affirmait difficiles suite à la lecture de leur énoncé (*9 points, Abeilles, Âge, Pythagore*). Les autres problèmes qu'il pensait difficiles suite à la lecture de l'énoncé (*Métiers, Pommes, Balances*) se retrouvent maintenant dans les problèmes qu'il pense les plus faciles, le problème des *balances* se rapprochant toutefois des problèmes les plus difficiles (7^e rang).

L'appréciation d'un problème et l'ordre de difficulté accordé au problème

Fabien semble apprécier les problèmes qu'il perçoit comme faciles et moins apprécier les problèmes qu'il perçoit comme difficiles. D'ailleurs, le problème qu'il perçoit comme le plus facile à la fin de la session s'avère aussi le problème qu'il a le plus apprécié (*Métiers*) et le problème qu'il perçoit comme le plus difficile est le problème qu'il a le moins apprécié (*Pythagore*). Ce lien entre l'appréciation d'un problème et son niveau de difficulté perçu par Fabien semble aussi s'étendre à la majorité des problèmes. En effet, quoique l'ordre n'est pas toujours exactement le même, les problèmes que Fabien a les plus aimé résoudre font partie des problèmes qu'il perçoit aussi comme les problèmes les plus faciles de la session et les problèmes qu'il a le moins aimés sont les problèmes qu'il perçoit comme les plus difficiles, à deux exceptions près : le problème des 9 points étant aimé, mais difficile selon Fabien et le problème de magie étant moins aimé, mais facile selon Fabien.

Le temps accordé à la résolution, la confiance pendant la résolution et l'appréciation d'un problème

Il semble y avoir un lien entre le temps consacré à la résolution d'un problème et le rang que ce problème prend lorsque Fabien ordonne les problèmes du plus facile au plus difficile. En effet, les problèmes qu'il classifie comme les plus difficiles de la session sont les problèmes sur lesquels il affirme avoir travaillé 30 minutes ou plus (*Abeilles, Fourmi, Âge, Pythagore, Verres*). Il n'y a cependant pas une grosse distinction à faire puisqu'il y a des problèmes sur lesquels il affirme avoir travaillé pendant environ 20 ou 25 minutes (*Métiers, Échiquier, Magie, Les « 4 »*) et qu'il considère parmi les plus faciles de la session.

Quoique les temps passés à la résolution des problèmes ne sont pas tellement différents les uns des autres, il semble y avoir un lien entre le temps consacré à la résolution d'un problème, la confiance ressentie pendant la résolution et l'appréciation de Fabien par rapport à ce problème. D'ailleurs, les problèmes auxquels il affirme travailler moins de 20 minutes font partie des problèmes qu'il a aimés et pour lesquels il n'a pas rencontré de difficulté tout en étant confiant en sa solution et en sa démarche tandis que les problèmes sur lesquels il affirme avoir travaillé 30 minutes ou plus sont les problèmes les moins appréciés à la fin de la session. Nous nous questionnons donc sur l'influence du temps de résolution sur l'appréciation d'un problème, ou devrions-nous plutôt nous questionner sur l'influence de l'appréciation sur l'approximation du temps de résolution. C'est-à-dire que Fabien estime peut-être le temps de résolution et qu'il est possible que le temps lui parût moins long lorsqu'il ne rencontrait aucune difficulté et vice-versa.

La persévérance

En regardant les réponses de Fabien aux questionnaires diagnostic et final, il semble être plus persévérant à la fin de la session qu'au début. D'ailleurs, dans le questionnaire final, il affirme travailler entre 10 et 30 minutes avant de laisser tomber un problème tandis qu'au premier questionnaire de la session, il disait laisser tomber un problème en dedans de 10 minutes. Fabien semble aussi conscient de l'augmentation de son niveau de persévérance

puisque'il affirme dans le tableau à la fin du questionnaire final qu'il laisse tomber moins vite qu'au début de la session.

En regardant les résolutions de problèmes de Fabien, nous n'observons pas de changement dans le niveau de persévérance de Fabien, mais nous avons tout de même l'impression qu'il est toujours persévérant puisque'il ne semble pas laisser tomber facilement lorsqu'il éprouve des difficultés. Il écrit d'ailleurs avoir passé entre 20 et 45 minutes sur plusieurs problèmes, dont ceux auxquels il exprime un certain doute pendant la résolution. Il semble aussi dérangé lorsqu'il pense que le problème des 9 points est impossible et il y retravaille avec des amis après avoir, *a priori*, conclu qu'il était impossible. Il n'aime pas non plus ignorer des informations supplémentaires (*Fourmi*, *Âge*) et, même lorsqu'il se contente de la solution qu'il a trouvée puisque'il ne sait pas comment prendre en considération les autres informations, il doute toujours de sa solution.

L'attribution du succès

Au début de la session, Fabien utilise des expressions qui nous laissent croire qu'il attribue son succès en résolution de problèmes à ses habiletés (*Blocs*, *Métiers*) et non à sa perception du degré de difficulté du problème ou encore à l'aide apportée par un collègue ou par l'enseignante : « chavais que j'étais un As, in Madame? » (*Blocs*), « pas si fou que je parrait » (*Métiers*). Pourquoi est-ce que nous ne retrouvons pas de telles expressions plus tard dans la session?

Attitudes cognitives

La vérification de la solution

Fabien affirme, dans les questionnaires diagnostic et final, qu'il vérifie « toujours » sa solution. Au début de la session, il vérifie sa solution « car une resolution de problème prend une grosse valeur des pts. alors j'essaye de répondre le plus spécifique possible et démontré mon travail ». Tandis qu'à la fin de la session, il dit vérifier sa solution « car il est

important pour l'avoir de bien » et il vérifie « juste vérifier si j'ai fait un erreur de calcul ». Même si Fabien affirme toujours vérifier sa solution dans les questionnaires diagnostic et final, lors de la résolution de problèmes, il mentionne seulement la vérification de sa solution au problème *des « 4 »*, ce qu'il a fait à l'aide d'une calculatrice.

L'utilisation de schémas

En regardant les résolutions de problèmes, nous remarquons aussi que Fabien a utilisé des schémas dans les problèmes où ceux-ci étaient nécessaires (*9 points*, *Pythagore*, *Verres*, *Échiquier*), même qu'au problème des 9 points, ses essais ne sont que des lignes tracées, c'est-à-dire qu'il n'y a aucun point de dessiner sur sa feuille. Pour ce qui est des problèmes où il n'était pas nécessaire de faire des schémas, Fabien n'utilise ceux-ci qu'à deux reprises (*Blocs*, *Abeilles*), ce qui inclut lors de la résolution du problème de la généalogie des *abeilles*, problème qui se prête bien à l'utilisation de l'arbre généalogique. Le fait que Fabien n'utilise presque jamais de schémas lorsque ce n'est pas nécessaire confirme les propos qu'il fait dans les questionnaires diagnostic et final lorsqu'il dit qu'il utilise rarement des schémas puisqu'il est possible qu'il essaye de « tout réssoudre dans [sa] tête » (questionnaire diagnostic) et que « si se n'est pas necessaire [il] l'utilisera pas », il utilise seulement « l'essentiel » (questionnaire final).

L'importance de la généralisation

Au problème sur la généalogie des abeilles et au problème sur les carrés de l'échiquier, Fabien a trouvé des suites logiques au lieu de compter toutes les possibilités. Nous avons donc l'impression que la recherche de « patterns » est importante pour Fabien lorsque ceux-ci pourraient faciliter la résolution d'un problème numérique, mais il semble avoir un peu de difficulté avec la généralisation plus « abstraite ». En effet, il ne semble pas ressentir le besoin de généraliser la solution trouvée au problème des blocs puisqu'il semble s'arrêter lorsqu'il trouve un nombre de blocs possible, soit 49 blocs et il n'explique que partiellement la généralisation de l'échiquier (n par n) ainsi que le « pourquoi » du truc de magie. De plus, Fabien n'a pas expliqué dans ses propres mots la démonstration du théorème

de Pythagore, mais nous n'osons pas conclure que Fabien n'était pas capable d'expliquer la généralisation dans ses propres mots puisque certains étudiants semblent avoir compris qu'ils devaient tout simplement trouver une autre preuve du théorème et comprendre celle-ci.

L'existence ou non d'autres solutions ou d'autres méthodes de résolution

Au cours de la session, Fabien semble avoir changé un peu d'avis sur le fait qu'un problème n'admet toujours qu'une seule bonne solution. En effet, il est « plutôt en désaccord » avec cet énoncé au début de la session, mais il est « plutôt en accord » avec celui-ci à la fin de la session, ce qu'il justifie en écrivant « sa dépend de la sorte de problème, si c'est un problème à plusieurs solutions ou non. Mais, la plupart du temps il y a une réponse ».

Fabien a aussi une bonne idée « intuitive » de l'existence ou non d'une autre méthode de résolution. Toutefois, nous avons l'impression qu'il n'a pas très confiance en ses idées puisqu'il répond souvent à l'aide de mots tel que « probablement » et « peut-être ». Il utilise seulement « oui » lorsqu'il a vu lui-même d'autres chemins (*Abeilles*) ou que l'enseignante en a parlé en classe (*Pythagore*) et « non » aux deux problèmes où la non existence de d'autres démarches est probablement la plus évidente (*9 points, Les « 4 »*), c'est-à-dire là où la seule méthode de résolution possible est essais et erreurs. Même si la question demandait d'expliquer pourquoi il pensait qu'il y avait d'autres méthodes de résolution ou non, ses justifications portent parfois sur l'efficacité ou l'évidence de sa méthode, par exemple « Peut-être, mais le chemin d'élimination est la moins frustrante » (*Méliers*), « probablement que oui, mais je pense que ma solution est plus évidente » (*Âge*). De plus, Fabien semble aussi avoir changé un peu d'avis au cours de l'année en ce qui a trait au nombre de méthodes de résolution à un problème puisque dans le questionnaire diagnostique il se disait « tout à fait en désaccord » avec le fait qu'il était toujours possible de trouver plusieurs méthodes de résolution à un problème et, à la fin de l'année, il affirme être « plutôt en désaccord » avec ce même énoncé. Cependant, nous ne sommes pas en mesure de dire quelle différence il fait entre ces deux choix de réponses puisque ses justifications se ressemblent : « cela dépend du type de problème » (questionnaire diagnostique), « encore une fois, sa dépend du problème.

Mais, cela est possible » (questionnaire final). Il semble aussi encore une fois conscient d'un changement d'attitude puisqu'il affirme dans le questionnaire final qu'il pense plus qu'avant qu'il est possible de trouver plusieurs méthodes de résolution pour un même problème.

L'importance d'obtenir une bonne solution

La bonne solution semble avoir moins d'importance pour Fabien à la fin de la session qu'elle en avait au début. En effet, dans le premier questionnaire qu'il a répondu, il affirme qu'il est « tout à fait d'accord » avec le fait que la bonne solution est l'aspect le plus important en résolution de problèmes puisque « la bonne solution veut dire que ta effectuer le bon travail », mais à la fin de la session, il est « plutôt en désaccord » avec cet énoncé. La bonne réponse est encore importante pour lui, d'ailleurs, il n'aime pas abandonner sans avoir trouvé une réponse plausible, mais il semble dire que la réflexion aussi prend une place importante en résolution de problème : « oui, ses importants, mais il faut démontrer sont travail, qui va démontrer que ta réfléchi au problème ». Il semble encore une fois conscient de ce changement puisqu'il affirme à la fin de la session qu'avoir la bonne solution est moins important pour lui que ce ne l'était lorsqu'il a répondu au questionnaire diagnostic. Il est aussi probable que le cours et la correction de la résolution de problème ont eu une influence sur cette attitude.

La difficulté accordée à la compréhension de l'énoncé

Dans les questionnaires diagnostic et final, Fabien affirme que comprendre l'énoncé d'un problème est pour lui l'un des aspects les plus difficiles de la résolution de problèmes. Nous remarquons d'ailleurs au courant du semestre qu'il a eu de la difficulté à comprendre l'énoncé de certains problèmes. D'ailleurs, il ne comprend pas le mot « courtoise » retrouvé dans le problème des métiers, il n'a pas compris non plus l'énoncé du problème des 9 points puisqu'il pensait qu'il n'avait pas le droit de croiser les lignes et, avant même de commencer ses réflexions à la suite de la première lecture du problème, il va voir l'enseignante pour qu'elle clarifie les énoncés des problèmes de magie et des « 4 ». Quoique la compréhension des énoncés n'est pas facile pour Fabien, après un certain temps, il comprend les énoncés et

tente de résoudre les problèmes. Toutefois, même s'il arrive toujours à comprendre l'énoncé d'un problème, il ne comprend pas toujours bien le problème et, quoiqu'il est conscient qu'il ne prend pas toutes les données en considération, il en laisse tomber puisqu'il ne sait pas comment les utiliser (*Fourmi, Âge*).

L'importance de la chance et de la mémorisation

Fabien pense que la chance est peu importante pour résoudre des problèmes, et ce, au début et à la fin de la session. Il est cependant « tout à fait d'accord » que la mémorisation peut aider à résoudre des problèmes. En regardant plus attentivement l'explication de ce choix parmi quatre, nous remarquons que la mémorisation pour Fabien ne fait pas référence à la rétention de formules ou de notes de cours mais plutôt à la rétention des informations présentées dans l'énoncé du problème : « la plupart des résolution problème on beaucoup d'information et ces important de se rappelé pour réussir le problème » (questionnaire diagnostic), « dans les résolutions de problèmes il y a beaucoup d'information et il faut être conscient de toute l'information donner » (questionnaire final).

L'influence des contextes mathématiques ou d'autres contextes

Les contextes mathématiques ou d'autres contextes ne semblent pas avoir eu d'influence sur les attitudes de Fabien par rapport à la résolution de problèmes. En effet, nous n'observons aucune différence significative entre les attitudes affectives, cognitives ou sociales observées lors des résolutions de problèmes présentées dans des contextes purement mathématiques et les attitudes observées lors de la résolution de problèmes dans d'autres contextes. Il n'y a que le problème de Pythagore qui ne semble pas avoir été prit au sérieux puisque Fabien semble avoir tout simplement copié une solution d'Internet, mais nous n'avons pas l'impression que le contexte y en soit pour quelques choses puisque ce problème ne semble pas avoir été compris par plusieurs étudiants.

Attitudes sociales

Le travail en équipe

Dans le questionnaire diagnostique, Fabien affirme que lorsqu'il ne peut pas résoudre un problème, il se tourne vers ses amis ou vers l'enseignante pour de l'aide. Lors de ses résolutions de problèmes, nous remarquons à quelques reprises qu'il consulte effectivement ses amis (*9 points, Abeilles, Pythagore*) et l'enseignante (*9 points, Magie, Les « 4 »*), mais il y a tout de même plusieurs problèmes où il semble travailler seul puisqu'il ne mentionne pas ses amis ni l'enseignante. À la fin de la session, il affirme qu'il recommence plus souvent lorsqu'il est bloqué sur un problème, mais qu'il a quand même tendance à aller voir des amis ou l'enseignante.

La comparaison de méthodes et de solutions

Au début du semestre, Fabien dit qu'il est tout à fait d'accord avec le fait qu'il aime discuter de sa démarche avec ses amis pour « voir comment eux l'ont résolu et savoir si j'ai réussi le problème », mais, à la fin de la session, il n'est que plutôt d'accord avec cette même affirmation, et ce, même s'il justifie essentiellement son choix de la même façon : « vérifier s'ils eux aussi ont trouvé la même réponse que moi ou si ils l'ont réussi d'une autre façon ». Pourtant, dans le tableau de comparaison (à la fin du questionnaire final), Fabien affirme le contraire, c'est-à-dire qu'il aime plus qu'avant de discuter de sa démarche et de sa solution avec ses amis. Est-ce qu'il aime partager ses solutions et ses méthodes plus ou moins qu'au début de la session ? Quoi qu'il en soit, Fabien semble aimer discuter avec ses collègues pour valider ses solutions et pour voir différentes méthodes de résolution.

Liens entre les attitudes affectives, cognitives et sociales

Le travail d'équipe, la confiance et la perception du niveau de difficulté du problème

Les problèmes dans lesquels Fabien affirme avoir consulté des amis sont des problèmes qu'il pensait initialement difficiles (*9 points, Abeilles, Pythagore*) et où il n'avait pas confiance en ses habiletés. À la suite de la résolution de ces problèmes, il indique avoir confiance en ses solutions et en ses méthodes (niveaux 5 et 6) tout en classifiant ces problèmes parmi les plus difficiles de la session. Il semble donc que Fabien a parfois recours au travail d'équipe lorsqu'il trouve un problème difficile et lorsqu'il doute de ses capacités à résoudre le problème, mais le travail d'équipe ne semble pas changer le niveau de difficulté qu'il associe aux problèmes. Même si Fabien est confiant après avoir résolu des problèmes en équipe, nous n'osons pas dire que le travail d'équipe influence le niveau de confiance de Fabien puisqu'il a confiance après presque chaque problème de la session et il ne justifie qu'une seule fois le niveau de confiance choisi en mentionnant ses collègues (*Pythagore*).

L'aide de l'enseignante et la confiance

En plus de travailler à quelques reprises avec des collègues, Fabien va voir l'enseignante pour qu'elle clarifie l'énoncé de certains problèmes, et ce, surtout vers la fin du semestre (*9 points, Magie, Les « 4 »*). Nous remarquons alors qu'après les clarifications, il a très confiance en ses habiletés à résoudre le problème en question. D'ailleurs, il utilise seulement le niveau de confiance 6 avant d'entamer la résolution des problèmes de magie et des « 4 », deux problèmes où il a consulté l'enseignante. Nous ne pouvons toutefois pas comparer la confiance qu'il a en ses habiletés avant la clarification de l'enseignante et après celle-ci puisqu'il n'indique pas le niveau de confiance qu'il avait avant d'aller voir l'enseignante.

Fabien a aussi confiance en sa solution et en sa démarche suite à la résolution des problèmes où il a consulté l'enseignante pour des clarifications (*9 points, Magie, Les « 4 »*). Cependant, nous ne pouvons pas établir de lien entre la clarification de l'enseignante et la

confiance que Fabien a en sa solution et en sa démarche à la suite de la résolution d'un problème, puisqu'il a confiance à la fois après avoir résolu les problèmes pour lesquels il consulte l'enseignante et après avoir résolu ceux pour lesquels où il ne la consulte pas.

L'utilisation de schémas et le travail d'équipe

Fabien a utilisé des schémas à chaque fois qu'il dit avoir consulté des amis (9 points, *Abeilles*, *Pythagore*). Toutefois, deux de ces problèmes demandent un schéma (9 points, *Pythagore*) tandis que le troisième suggère un arbre généalogique (*Abeilles*). Il n'est donc pas pertinent de dire que la consultation d'amis amène Fabien à utiliser des schémas.

4.1.7 Gabrielle

Résumé

Gabrielle a confiance en elle-même lorsque vient le temps de résoudre des problèmes, mais elle est tout de même « modeste » lorsqu'elle se prononce sur son niveau de confiance. D'ailleurs, elle écrit rarement qu'elle est « certaine » de pouvoir résoudre un problème, même si elle explique vers la fin de la session qu'elle ne pensait pas rencontrer de problèmes qu'elle ne pourrait pas résoudre : « Je ne pensais jamais ne pas trouver la réponse demandé à un de tes problèmes, tu m'as eu! » (*Échiquier*). Elle semble aussi avoir plus confiance en ses habiletés face aux problèmes qui lui semblent plus faciles que face aux problèmes qui lui semblent plus complexes, et ce, même si elle aime les défis, c'est-à-dire les problèmes qui font réfléchir et qui sont plus difficiles. Elle a aussi toujours confiance en sa solution et en sa méthode, à l'exception d'un problème dont elle ne réussit pas à terminer la résolution, et elle n'exprime jamais de doute par rapport à sa méthode, à ses habiletés ou à sa solution pendant la résolution d'un problème. Elle demande aussi pour des « challenges » après avoir résolu le problème des balances et mentionne se sentir « d'attaque » pour des problèmes plus difficiles.

Selon nous, Gabrielle a raison de se penser « très bonne » en résolution de problèmes, puisqu'elle résout la majorité des problèmes correctement. Elle arrive même à résoudre le problème de la fourmi après que nous lui ayons mentionné que la position de la fourmi change lorsque l'élastique est étiré, problème que nous considérons comme le plus difficile de la session. Or, certains détails lui échappent tout de même. En effet, elle ne voit pas qu'il y a plus de 64 carrés dans l'échiquier avant que l'enseignante le mentionne et elle trouve la probabilité d'avoir exactement un double six en 24 lancers et non la probabilité d'avoir au moins un double six en 24 lancers.

Au début de la session, Gabrielle aime à la fois les défis et les problèmes plus faciles, mais cette appréciation des problèmes faciles laisse place à l'indifférence pendant la session. En effet, elle n'exprime pas beaucoup de sentiments lors de la résolution des problèmes « faciles ». En revanche, lors de la résolution d'un « défi », elle exprime surtout des sentiments « négatifs » si elle n'arrive pas à le résoudre et de la fierté si elle y parvient. Le sentiment de frustration est quant à lui exprimé seulement dans le contexte des problèmes sur lesquels elle affirme avoir travaillé plus de 40 minutes. Étant donné qu'il y a plusieurs problèmes sur lesquels elle travaille plus de 40 minutes, Gabrielle est, selon nous, persévérante.

Même si Gabrielle explique que le raisonnement en résolution de problèmes est très important, elle s'aperçoit, pendant la session, qu'elle accorde tout de même une importance particulière à l'obtention d'une solution valide pour sa satisfaction personnelle.

Les problèmes présentés pendant la session semblent avoir contribué à changer ses idées par rapport au nombre de solution(s) valide(s) qu'un problème admet. En effet, elle a plus l'impression à la fin de la session qu'un problème peut admettre plus d'une bonne solution qu'elle ne l'avait au début de la session. Cependant, son idée qu'un problème peut toujours se résoudre de plusieurs façons ne semblent pas avoir changé même si pendant la session il y a des problèmes pour lesquels elle affirme qu'il n'y a qu'une méthode de résolution.

Attitudes affectives

La confiance en soi

Tout au long de la session, Gabrielle se voit comme étant une personne « très bonne » en résolution de problèmes. Cette confiance se fait sentir à la fois au début, pendant, et à la fin de la session. À titre d'exemple, elle écrit au problème de l'échiquier : « Je ne pensais jamais ne pas trouver la réponse à un de tes problèmes, tu m'as eu! ». Quoique Gabrielle ait confiance en elle-même, elle n'ose pas souvent affirmer qu'elle réussira un problème. En effet, elle n'utilise qu'une seule fois le 6 pour exprimer la confiance qu'elle a en ses habiletés de résolution suite à la lecture du problème (*Pythagore*). La majorité du temps, elle désigne son niveau de confiance à l'aide d'un 4 (*Blocs, Métiers, Balances, Magie*) ou d'un 5 (*9 points, Abeilles, Verres, Échiquier, Les « 4 », Casino*) et elle écrit souvent être « capable » de résoudre le problème (*Blocs, 9 points, Abeilles, Balances, Pythagore, Échiquier, Les « 4 », Casino*) parce qu'il semble facile (*Abeilles, Pythagore, Verres*), parce qu'elle a une idée comment s'y prendre (*Blocs, 9 points, Abeilles*) ou parce qu'il paraît moins difficile qu'un autre (*Échiquier*). Il y a toutefois trois problèmes où elle a moins confiance en ses habiletés (*Pommes, Fourmi, Âge*), c'est-à-dire des problèmes où elle semble douter de ses habiletés. En effet, elle semble douter de ses habiletés à résoudre le problème des pommes et celui de l'âge de l'homme parce qu'il y a de nombreuses opérations à effectuer, tandis qu'elle semble aussi douter d'elle-même au problème de la fourmi parce que nous lui avons dit oralement que ce problème était un « vrai » problème, faisant référence au fait que Gabrielle nous avait demandé, la semaine précédente, d'apporter en classe un « vrai » problème.

Même si Gabrielle est modeste lorsqu'elle décrit la confiance qu'elle a en ses habiletés à résoudre un problème suite à la lecture de l'énoncé, lors de la résolution de problèmes, elle exprime souvent de la confiance. D'ailleurs, il y a certains problèmes pendant la session où elle semble avoir confiance en ses habiletés (*Pommes, Abeilles*), en sa méthode (*Âge, les « 4 »*), en sa solution (*Verres*) et en son raisonnement (*Échiquier, Magie*). Gabrielle ne semble pas non plus douter d'elle-même souvent pendant la résolution d'un

problème puisqu'elle n'exprime ce sentiment qu'une seule fois pendant la session, et ce, par rapport à la clarté de son explication au problème du truc de magie.

En plus d'avoir confiance lors de la résolution de problèmes, Gabrielle semble avoir confiance en sa méthode de résolution ainsi qu'en sa solution après chaque résolution de problèmes (sauf après le problème de l'*Échiquier*). Elle exprime surtout cette confiance en utilisant les nombres 5 (*Métiers – démarche, Balances, Fourmi, Âge, Verres, Magie, Casino*) et 6 (*Bloc, Métiers – solution, Pommes, Pythagore, Les « 4 »*), mais à quelques reprises, elle utilise aussi le niveau 4 (*9 points, Abeilles, Échiquier – 1^{er} essai*). De plus, il n'y a qu'un problème (*Échiquier*) où elle n'a vraiment pas confiance (niveau 1) puisqu'elle n'a pas réussi à trouver une formule générale. Il est aussi intéressant de remarquer qu'elle utilise toujours le même nombre pour décrire à la fois la confiance qu'elle a en sa méthode et la confiance qu'elle a en sa solution (sauf au problème des *Métiers*). Il semble donc, pour Gabrielle, y avoir un lien direct entre la confiance en une méthode et la confiance en une solution.

L'appréciation d'un problème et son niveau de difficulté

Gabrielle aime résoudre des problèmes où il faut réfléchir pour trouver la solution. En effet, elle affirme dans les questionnaire diagnostique et final qu'elle aime se « creuser les méninges » pour trouver une solution. Elle est alors fière d'elle-même. Gabrielle exprime aussi ce goût particulier pour les défis suite à la résolution de certains problèmes. Entre autres, après avoir dit « adorer » le problème des balances, elle demande pour avoir de plus gros défis à relever : « [...] j'aimerais en avoir un encore plus « challenging », parce que celui-ci je l'ai réussi du premier coup, je savais quoi faire. Et j'aime me creuser les méninges. ☺ ». De plus, elle affirme aimer les problèmes comme celui des pommes puisqu'ils « font travailler le cerveau » et elle écrit avoir aimé les problèmes de la fourmi et de l'âge de l'homme car le premier était « un défi de taille » et elle n'a pas réussi le deuxième du premier coup. Gabrielle exprime aussi de la motivation après avoir résolu ou face à certains défis. Par exemple, après avoir résolu le problème des pommes, elle écrit qu'elle se sent « d'attaque pour un autre comme ça » et, face au problème de la fourmi, elle écrit : « Je

suis motivé, je dois le réussir c'est moi qui en a demandé des plus compliqué de problèmes ☺ ».

Alors que Gabrielle aime les problèmes qui représentent un défi pour elle, elle n'aime pas ceux qu'elle ne parvient pas résoudre. Elle écrit au problème de l'échiquier qu'elle est « vraiment déçu » d'elle-même puisqu'elle n'a pas résolu le problème. Elle écrit aussi qu'elle ne s'attendait pas à bloquer devant un des problèmes qui lui étaient présentés pendant la session : « Je ne pensais pas ne pas trouver la réponse demandé à un de tes problèmes, tu m'as eu! » (*Échiquier*).

Tous les problèmes proposés à Gabrielle ne représentent pas des défis pour elle. Or, en début de session, elle semble aimer résoudre ce type de problèmes (*Blocs, Métiers, Balance*). Elle nous laisse entendre d'ailleurs qu'elle aime les problèmes qui sont « facile » (*Bloc*), qui permettent d'utiliser la logique (*Métiers*), qui présentent une « réponse concrète » (*n'aime pas les 9 points*), qui sont « un peu plus « mathématique » contrairement à d'autre » (*Balances*) ou encore qui permettent de connaître d'autres façons de résoudre un problème (*Pythagore*). Cette appréciation des problèmes qu'elle ne considère pas être des défis semble toutefois laisser place à une certaine indifférence plus tard dans la session (*9 Points, Abeilles, Verres, Magie, les « 4 », Casino*) et ce, même lorsqu'elle doit recommencer la résolution d'un problème (*Abeilles, certains nombres du problème : Les « 4 »*). Elle explique souvent cette indifférence en écrivant que le problème n'était pas un « challenge » pour elle ou qu'il était « trop facile ». Pourtant, elle semblait apprécier ce type de problèmes au début de la session. Est-ce que Gabrielle apprécie moins ces problèmes à la fin de la session puisqu'elle a eu à relever des défis pendant la session et qu'elle y a pris goût?

L'ordre d'appréciation à la fin de la session

À la fin de la session, lorsqu'elle doit placer les problèmes proposés du moins aimé au plus aimé, Gabrielle ne place qu'un problème « défi » parmi les problèmes les plus appréciés (*Échiquier*). De plus, selon l'ordre qu'elle donne, elle semble avoir plus apprécié les problèmes où elle se disait plutôt indifférente suite à leur résolution (*9 points, Verres,*

Magie, Casino) que les problèmes qu'elle disait avoir aimés suite à leur résolution (*Bloc, Métiers, Pommes, Fourmi, Âge, Les « 4 »*). Est-ce que Gabrielle a changé d'avis face à tous ces problèmes? Comme l'ordre demandé était le contraire de l'ordre demandé pour la difficulté des problèmes, nous avons plutôt l'impression qu'elle n'a pas bien lu la question et que l'ordre dans lequel elle a placé les problèmes est de plus aimé au moins aimé. Si c'est le cas, nous remarquons que Gabrielle a changé d'avis par rapport à quelques résolutions de problèmes comme les problèmes des balances et du théorème de Pythagore qui se retrouveraient maintenant dans les problèmes les moins appréciés, mais qu'elle avait aimés après les avoir résolus et le problème des abeilles face auquel elle était indifférente suite à sa résolution et qui serait, à la fin de la session, le problème le plus apprécié.

L'ordre de difficulté à la fin de la session

À la fin de la session, lorsqu'elle doit ordonner les problèmes du plus facile au plus difficile, Gabrielle place les problèmes qui étaient des défis pour elle comme étant les problèmes les plus difficiles de la session. Nous remarquons que même si, lors des résolutions de problème, Gabrielle semble avoir eu un peu de difficultés à trouver la solution à certains nombres du problème *Les « 4 »*, de façon générale, elle n'a pas trouvé le problème difficile puisqu'elle le classifie comme le quatrième problème le plus facile. D'ailleurs, suite à la résolution de ce problème, elle disait qu'elle ne l'avait pas trouvé difficile, mais qu'elle était fière lorsqu'elle trouvait « la formule pour un chiffre » qu'elle « cherchai[t] depuis longtemps ☺ ».

Pour ce qui est des problèmes qu'elle perçoit comme les plus faciles de la session, nous remarquons que ce sont les problèmes qui n'étaient pas des défis pour elle, mais qu'elle a tout de même affirmé avoir aimé résoudre immédiatement après la résolution. Les problèmes où elle se disait indifférente, eux, se situent, à la fin de la session, entre les problèmes perçus comme les plus faciles et les problèmes perçus comme les plus difficiles de la session.

Les autres sentiments exprimés

Lors de la résolution de problèmes, en plus d'exprimer de la confiance, du doute et de l'indifférence face aux problèmes, Gabrielle exprime parfois, lors de la résolution de défis, de la frustration (*Pommes, Fourmi*), de l'impuissance (*Pommes, Échiquier*), du découragement (*Fourmi, Échiquier*) ainsi que de la confusion (*Âge*). En plus de ces sentiments plutôt négatifs, elle exprime de l'étonnement face à la facilité du problème (*Les « 4 »*), du soulagement lorsqu'elle trouve une solution (*Pommes*), de l'indifférence lorsqu'elle recommence la résolution et de la satisfaction lorsqu'elle termine la résolution d'un défi (*Pommes, Fourmi, Âge, Les « 4 »*).

Lors de la résolution des problèmes qu'elle ne considère pas comme des défis, Gabrielle exprime moins de sentiments, tout en étant surtout indifférente ou confiante, mais elle affirme tout de même au problème du théorème de Pythagore être fière d'apprendre d'autres démonstrations et, au problème du truc de magie, être contente d'avoir trouvé un lien qui permet d'expliquer le truc.

La persévérance

Gabrielle nous semble persévérante et même plus persévérante qu'elle ne l'affirme dans les questionnaires diagnostic et final. En effet, au début et à la fin de la session, elle affirme travailler respectivement « 5 à 10 minutes » et « 10 à 30 minutes » sur un problème avant de le laisser tomber. En observant ses écrits, nous avons effectivement l'impression qu'elle a travaillé 30 minutes ou moins sur les problèmes qui ne semblaient pas être un défi pour elle. Cependant, lorsque nous regardons les problèmes qui semblent être des défis pour elle, nous remarquons qu'après leur résolution, elle a écrit avoir travaillé entre 40 minutes à plusieurs heures sur ceux-ci (*Pommes, Fourmi, Âge, Échiquier, les « 4 »*). De plus, avant qu'elle abandonne le problème de l'échiquier, elle affirme y avoir travaillé longtemps, plus précisément « 2 jours de réflexion + 2h d'écriture et à faire des carrés ».

Le temps de résolution et la frustration

Même si Gabrielle est persévérante, elle exprime de la frustration ou du découragement lorsqu'elle doit travailler une heure ou plus à la résolution d'un problème.

Attitudes cognitives

L'importance d'obtenir une solution valide

Au début de la session, Gabrielle affirme être « plutôt en désaccord » avec le fait que l'obtention d'une solution valide est l'aspect le plus important de la résolution de problèmes, choix qu'elle explique en écrivant que c'est le raisonnement qui est le plus important. Elle semble toutefois avoir changé un peu d'avis à la fin de la session puisqu'elle écrit qu'elle s'est rendu compte qu'elle accorde une importance particulière à la solution lorsqu'elle résout un problème, c'est pourquoi elle se dit alors « plutôt d'accord » avec le fait que, pour elle, l'aspect le plus important en résolution de problème est l'obtention d'une bonne solution. Elle est aussi consciente de ce changement d'attitude puisqu'elle affirme à la fin du questionnaire final qu'elle accorde « plus » d'importance à l'obtention d'une solution valide à la fin de la session qu'elle ne le faisait au début de celle-ci. L'importance qu'elle accorde à la bonne solution ne semble toutefois pas être au détriment de l'importance accordée à la démarche. L'augmentation de l'importance accordée à la validité de la solution semble plutôt être pour sa satisfaction personnelle.

L'existence ou non d'autres solutions et d'autres méthodes de résolution

Dans le questionnaire diagnostic, Gabrielle répond être « plutôt d'accord » avec le fait qu'un problème n'admet qu'une bonne solution et précise que même s'il n'y a qu'une solution à un problème, il peut y avoir plusieurs démarches pour y arriver. Nous remarquons cependant que pendant la session, il y a, selon elle, six problèmes (*Blocs, 9 points, Balances, Pythagore, Magie, Les « 4 »*) qui peuvent admettre plus d'une solution. Elle commet une erreur dans le cas du problème des blocs puisqu'elle affirme qu'il pourrait y avoir un

différent reste pour un autre nombre de blocs possibles. De plus, ces problèmes semblent avoir eu une influence sur son attitude par rapport à la possibilité d'avoir plusieurs solutions à un problème puisqu'au questionnaire final Gabrielle explique son nouveau choix de réponse, soit « plutôt en désaccord », en se basant sur les problèmes résolus pendant la session : « car on a vu avec certains problèmes que plusieurs réponse pouvaient être la bonne réponse ».

Les problèmes pour lesquels elle affirme qu'il est possible de les résoudre de différentes façons ne semblent cependant pas avoir influencé son attitude générale par rapport au nombre de méthodes de résolution. En effet, même si pendant la session Gabrielle affirme qu'elle ne pense pas qu'il soit possible de résoudre certains problèmes autrement qu'en y allant par essai-erreur (*9 Points, les « 4 »*), elle affirme dans le questionnaire final qu'elle croit encore plus qu'avant qu'il est toujours possible de trouver plusieurs méthodes de résolution à un problème. De plus, dans le même questionnaire, elle coche qu'elle est « tout à fait d'accord » avec le fait qu'un problème peut toujours se résoudre de plusieurs façons, ce qui est d'ailleurs le même choix de réponse qu'elle avait fait au questionnaire diagnostic. Elle explique aussi son choix en écrivant qu'il « y avait presque toujours l'équation mathématique et un ou des méthodes + simples » pour résoudre les problèmes qui lui ont été présentés pendant la session. Il est vrai que pendant la session, les problèmes se résolvent souvent de différentes façons, mais il y a tout de même deux problèmes où ce n'est pas le cas, problèmes où elle affirme d'ailleurs qu'ils ne se résolvent que par essai erreur. A-t-elle oublié ces deux problèmes lorsqu'elle a répondu au questionnaire final? Est-ce que son idée sur la possibilité de toujours résoudre un problème de différentes façons est tellement grande au début de la session que deux problèmes n'ont pas suffi pour l'ébranler?

La vérification de la solution

La vérification de la solution semble importante pour Gabrielle puisqu'elle affirme, à la fois dans le questionnaire diagnostic et dans le questionnaire final, qu'elle vérifie « souvent » sa solution pour éviter des erreurs de calculs. Toutefois, cette importance ne se voit pas dans les problèmes qu'elle résout puisqu'elle ne laisse des traces de vérification qu'à deux reprises (*Pommes, Âge*) où elle remet la solution trouvée dans l'énoncé tout en

mentionnant une autre fois qu'elle est certaine de sa réponse puisqu'elle a « relu le problème plusieurs fois » (*Métiers*). Il est cependant possible que Gabrielle ait vérifié sa solution à plusieurs autres problèmes en relisant le problème et sa résolution sans toutefois le mentionner dans ses écrits.

L'utilisation de schémas

Gabrielle affirme à la fois au début et à la fin de la session qu'elle utilise « souvent » des schémas pour l'aider à visualiser le problème et « classer les données ». Nous remarquons que, pendant la session, Gabrielle utilise des schémas lors de la résolution de sept problèmes, soit quatre où les schémas étaient nécessaires (*9 points*, *Pythagore*, *Verres*, *Échiquier*) et trois où les schémas aidaient à la résolution sans être nécessaires (*Métiers*, *Abeilles*, *Fourmi*). En regardant davantage les résolutions de problèmes de Gabrielle, nous remarquons qu'elle semble utiliser les schémas pour trouver une solution aux problèmes et non seulement pour mieux comprendre les données. De plus, il est intéressant de voir qu'elle semble utiliser des schémas autant dans les problèmes qui sont des défis pour elle que dans les problèmes qui ne le sont pas.

L'importance de la mémorisation

Nous avons l'impression que Gabrielle porte aussi une certaine importance à la mémorisation puisqu'elle se dit « plutôt d'accord » au début et à la fin de la session avec le fait que la mémorisation peut aider en résolution de problèmes, et ce, puisque « si tu as fais un problème similaire auparavant, cela peut t'aider à trouver la réponse du problème que tu essaies de résoudre » (*questionnaire final*). En regardant les problèmes où elle affirme avoir déjà résolu des problèmes similaires, nous remarquons que la mémorisation peut effectivement aider : elle utilise un tableau au problème des métiers, elle connaît déjà l'« astuce » permettant de résoudre le problème des 9 points et elle utilise une formule apprise dans son cours de statistique au problème du casino. Il est toutefois à noter dans ce dernier cas que cette formule permettait de calculer la probabilité d'avoir exactement un double six et non au moins un double six.

L'importance de la chance

La chance ne semble pas avoir autant d'importance que la mémorisation aux yeux de Gabrielle. En effet, elle affirme respectivement au début et à la fin de session que la chance est « inutile » et « peu importante » en résolution de problèmes. Même si en regardant les choix de réponses de Gabrielle, nous avons l'impression qu'elle a changé un peu d'avis au sujet de la chance, elle affirme dans le tableau à la fin du questionnaire final qu'elle se fie autant à la chance qu'avant l'expérimentation.

La difficulté accordée à la compréhension de l'énoncé

À la fois au début et à la fin de la session, Gabrielle affirme que la compréhension de l'énoncé est l'« un des aspects les plus difficiles » de la résolution de problèmes, sans toutefois être « LE plus difficile ». Pourtant, il n'y a que deux énoncés où nous avons l'impression que Gabrielle a un peu de difficulté puisqu'elle nous demande des clarifications (*Abeilles*, *Échiquier*). Il faut aussi noter qu'il y a deux autres problèmes où nous avons discuté avec l'étudiante (*Fourmi*, *Les « 4 »*), mais ces discussions portaient surtout sur les « astuces » des problèmes et non sur la compréhension même du problème.

L'importance de la généralisation

Gabrielle ne semble pas remarquer qu'une généralisation est nécessaire au problème des blocs, mais elle explique tout de même qu'il pourrait y avoir d'autres réponses à la question puisqu'il y a fort probablement d'autres nombres qui satisfont aux conditions du problème. Nous avons donc tendance à croire que pour l'étudiante, une réponse au problème est suffisante, puisque la question ne demande pas de donner toutes les réponses possibles. Nous remarquons tout de même que lorsqu'une généralisation peut aider à résoudre un problème (*Abeilles*), Gabrielle s'en sert pour « faciliter » son travail. Pour ce qui est des problèmes où une généralisation plus abstraite est demandée (*Pythagore*, *Magie*), Gabrielle explique en détail son raisonnement, même qu'au problème de magie, elle le réécrit autrement pour s'assurer que l'enseignante comprenne bien ce qu'elle veut dire. De plus,

même lorsqu'elle ne réussit pas à trouver la généralisation au problème de l'échiquier, et ce, puisque la première partie du problème n'est pas correcte, elle semble y travailler longtemps et est découragée lorsqu'elle n'y parvient pas. Bref, lorsque la généralisation est demandée ou lorsqu'elle s'avère utile pour trouver une réponse au problème, Gabrielle s'attarde à celle-ci, mais lorsqu'elle n'est pas suggérée dans la question ou nécessaire à la résolution d'un problème, elle ne semble pas y penser.

Attitudes sociales

Le travail d'équipe et les discussions avec collègues

Dans le questionnaire diagnostique, Gabrielle affirme être « plutôt d'accord » avec l'énoncé « J'aime de discuter de ma démarche et de ma solution à un problème mathématique avec mes amis ». Elle explique aussi qu'elle aide ses amis s'ils ont de la difficulté à résoudre un problème, mais qu'elle ne leur donne pas nécessairement la solution. À la fin de la session, Gabrielle est toujours « plutôt d'accord » avec le même énoncé et elle affirme qu'elle a aimé aider ses amis lorsqu'ils avaient de la difficulté. Nous avons donc l'impression qu'elle a aidé certaines personnes pendant la session même si elle n'en fait pas mention lors de ses résolutions de problèmes. D'ailleurs, elle n'écrit jamais qu'elle a travaillé avec un ami lors de la résolution de problème et, dans le questionnaire final, elle affirme qu'elle travaille moins souvent avec ses amis qu'avant l'expérimentation.

La consultation de l'enseignante

Au début de la session, Gabrielle écrit que lorsqu'elle n'arrive pas à résoudre un problème, elle a tendance à aller voir l'enseignante pour de l'aide. À la fin de la session, elle affirme qu'elle va voir l'enseignante moins souvent, mais qu'elle recommence davantage. Nous remarquons d'ailleurs que pendant la session, elle recommence plus souvent qu'elle ne va voir l'enseignante. De plus, sur quatre problèmes où elle discute avec l'enseignante, elle ne demande qu'une clarification de l'énoncé à la moitié de ces problèmes (*Abeilles*, *Échiquier*), alors qu'aux autres problèmes, l'enseignante donne des précisions sur les astuces,

sans que Gabrielle ne le demande. Elle explique par exemple que la fourmi avance lorsque l'élastique est étiré (*Fourmi*) et qu'il est possible de ne pas mettre de symbole entre deux chiffres 4 (*Les « 4 »*).

Liens entre attitudes affectives et cognitives et sociales

La non existence d'autres méthodes et la confiance en sa méthode

Même si Gabrielle affirme que les problèmes des 9 points et des « 4 » se résolvent seulement par essai erreur, elle ne semble pas être certaine de sa méthode puisqu'elle utilise le nombre 4 sur l'échelle de 1 à 6 pour décrire la confiance qu'elle a en sa méthode après avoir résolu ces problèmes.

La difficulté de l'« astuce » et les sentiments

Gabrielle est bonne en résolution de problème, mais elle semble avoir de la difficulté à voir les « astuces ». Par exemple, elle commence le problème de la fourmi en écrivant qu'elle est motivée et qu'elle doit le réussir puisque c'est elle qui a demandé pour un défi. Or, elle répond vite que la fourmi ne se rendra jamais au bout de l'élastique et elle est déçue puisqu'elle pensait que le problème serait plus difficile. Cependant, après que nous lui ayons montré qu'un point se « déplace » lorsqu'un élastique est étiré, elle réussit à résoudre le problème correctement.

Il y a aussi au problème de l'échiquier que Gabrielle ne voit pas l'« astuce » par elle-même. Elle répond, dans un premier temps, qu'un échiquier a 64 carrés, réponse qu'elle a trouvée sur Internet. Elle écrit alors que ce problème ne l'a pas « stimuler mentalement » et qu'elle est indifférente face à celui-ci. Or, elle est tout de même consciente que sa solution semble « trop logique » et qu'il se peut qu'elle n'a pas une solution valide ni une bonne méthode de résolution. Après avoir eu des précisions de l'enseignante, elle recommence la résolution en prenant en considération l'astuce, mais elle n'arrive toujours pas à une solution

valide puisqu'elle se trompe lorsqu'elle compte tous les carrés. Elle n'arrive donc pas non plus à généraliser la solution pour un échiquier n par n .

Gabrielle n'arrive pas non plus à résoudre correctement le problème du casino puisqu'elle ne semble pas comprendre la question correctement. D'ailleurs, elle calcule correctement la probabilité d'avoir exactement un double six en 24 lancers et non la probabilité d'avoir au moins un double six. Elle écrit alors que le problème était « trop facile », mais qu'il n'aurait pas été facile si elle n'avait pas suivi un cours de statistique. Comme l'enseignante ne fait pas de précision pour le problème du casino, Gabrielle ne recommence pas sa résolution et ne s'aperçoit pas cette fois qu'elle n'a pas vu l'« astuce ».

4.1.8 Hélène

Résumé

Hélène semble avoir une certaine confiance en elle-même, confiance qui est plus grande lorsqu'elle comprend l'énoncé du problème et lorsque celui-ci ne lui semble pas trop compliqué ou encore lorsque l'enseignante propose d'utiliser Internet pour aider à la résolution d'un problème. Elle a aussi souvent confiance en sa méthode de résolution et cette confiance est souvent reliée à l'effort qu'elle a mis lors de la résolution du problème, et ce, même lorsqu'elle abandonne la résolution d'un problème en cours de route. De plus, Hélène semble avoir confiance en ses amies et elle est parfois rassurée lorsqu'elle travaille avec l'une d'entre elles. Cependant, même si elle a confiance en ses amies, elle préfère aimer valider par elle-même leurs solutions.

Lors de la résolution de problèmes, Hélène exprime souvent de la frustration, sentiment qui ne semble pas l'empêcher de continuer à résoudre les problèmes. Elle abandonne toutefois la majorité des problèmes où elle exprime de l'impuissance. Elle n'est toutefois pas non-persévérante puisqu'elle affirme avoir travaillé 30 minutes ou plus avant d'abandonner ces problèmes.

À la fin de la session, Hélène se dit consciente que l'aspect le plus important en résolution de problèmes n'est pas d'avoir une bonne solution. Cependant, elle avoue que, pour sa satisfaction personnelle, elle aime avoir une bonne solution. D'ailleurs, la justesse de ses solutions semble influencer son appréciation des problèmes et sa perception de leur niveau de difficulté puisque les problèmes qu'elle réussit sont ceux dont elle dira à la fin de la session qu'ils sont ceux qu'elle apprécie le plus et qu'ils sont les moins difficiles (et vice versa).

Hélène ne parvient pas à généraliser correctement lors de la résolution de la majorité des problèmes qui le demandent et elle utilise toujours des schémas, sauf lorsque le problème ne s'y prête vraiment pas ou lorsqu'elle ne comprend vraiment pas le problème. De plus, quoiqu'elle ne s'en sert jamais, elle pense que la mémorisation peut aider lors de la résolution d'un problème.

Attitudes affectives

La confiance en soi, le niveau de difficulté perçu et la compréhension de l'énoncé

Hélène semble avoir une certaine confiance en ses habiletés à résoudre un problème tout au long de la session. En effet, quoiqu'elle se considère meilleure en résolution de problèmes à la fin de la session qu'au début, elle se dit « assez bonne » en résolution de problèmes à la fois au début et à la fin de la session. Nous ne remarquons pas non plus d'évolution en ce qui a trait à la confiance qu'Hélène a en ses habiletés à résoudre un problème au fil de la session. D'ailleurs, le niveau de confiance qu'elle s'attribue après avoir lu un problème spécifique semble changer davantage en fonction de sa perception du niveau de difficulté du problème et de sa compréhension de l'énoncé qu'en fonction du moment de la session où il est présenté.

Lorsqu'Hélène ne comprend pas très bien l'énoncé d'un problème, elle n'est pas très confiante. D'ailleurs, les seuls endroits où elle utilise les niveaux de confiance 2 et 3 sur une échelle de 1 à 6 (6 étant le plus confiant) sont pour exprimer la confiance qu'elle a en ses

habiletés à résoudre les deux problèmes dont elle ne semble pas comprendre l'énoncé suite à une première lecture. En effet, suite à la lecture du problème des abeilles, elle affirme être nerveuse et stressée et elle ne veut pas essayer de résoudre le problème puisqu'il lui semble « right hard pis mélangé ! » et suite à la lecture du problème du casino, elle se dit « mêlée » et elle ne sait pas comment s'y prendre pour résoudre le problème.

Au contraire, lorsqu'Hélène comprend l'énoncé d'un problème, elle semble avoir davantage confiance en elle-même mais son niveau de confiance semble aussi être influencé par sa perception de la difficulté du problème. Elle attribue d'ailleurs l'échelon 4 aux problèmes qui lui semblent « a motcher compliquer » (*Âge*) ou « pas si pire » (*Pommes, 9 points, Balances*), tout en semblant parfois prendre du temps (*Pommes, 9 points*). Les niveaux de confiance supérieurs à 4, eux, sont attribués aux problèmes qui ne semblent pas compliqués pour Hélène (*Blocs, Métiers, Fourmi, Pythagore, Échiquier, Les « 4 »*). Elle affirme alors se sentir confortable (*Métiers*) ou « pas trop nerveuse » (*Blocs, Fourmi, Pythagore, Échiquier*). Elle va même jusqu'à dire que le problème des « 4 » semble le « fun ».

Bref, quoiqu'il y a quelques problèmes qui semblent inquiéter Hélène, elle semble avoir relativement confiance en elle-même avant la résolution de la majorité des problèmes, particulièrement ceux où elle comprend l'énoncé et qui ne lui semblent pas trop compliqués à résoudre.

Hélène a aussi confiance en sa démarche suite à la résolution de la majorité des problèmes. En fait, il n'y a que deux problèmes pour lesquels elle ne semble pas avoir confiance en sa démarche après les avoir résolus (*Pommes, Abeilles*). Cette confiance est presque toujours basée sur l'effort qu'elle a mis à résoudre le problème (*Pommes, 9 points, Fourmi, Verres, Casino*), la véracité de sa solution (*Balances, Abeilles, Âge, Pythagore, Échiquier*) ou encore son appréciation du problème en question (*Les « 4 »*). Elle semble d'ailleurs avoir plus confiance en sa méthode de résolution lorsqu'elle a fait plus d'effort lors de la résolution du problème, et ce, même lorsqu'elle obtient sa solution d'une autre personne. Voici deux extraits qui démontrent bien ce constat :

« 2, because c'est pas moi-même qu'a trouver la réponse so obviously c'est pas une bonne démarche. But sa m'a still donner une réponse logique :P HAH! » (*Pommes*),

« 4, encore j'ai eu la réponse de chequ'un d'autre... but j'essayais pareil! Comme j'aurais pas pu faire plus... c'était either qu'ej give up pis j'mette impossible ou qu'ej continue jusqu'à la fin des jours » (*9 points*).

Hélène semble aussi plus confiante en sa démarche lorsqu'elle obtient une solution au problème et encore plus confiante lorsqu'elle pense que cette solution est valide. Voici des extraits des écrits d'Hélène qui nous ont permis de faire cette conclusion :

« 1, j'ai pas de bonne démarche en toute cuz j'ai pas de manière à trouver la réponse! Ah, ça m'drive nuts! » (*Abeilles*),

« 4, Well... ma démarche est pas si pire que sa... hah... sa m'a donné une réponse but ju pas sur qu'a les right... lol » (*Âge*),

« 5, c'était bien, j'ai obtenue la réponse, c'est tout ce qu'ej voulait » (*Balances*).

L'appréciation d'un problème des « 4 » semble aussi avoir eu une influence particulière sur la confiance d'Hélène par rapport à la démarche qu'elle a utilisée lors de la résolution de ce problème ce que nous constatons dans sa réponse à la question portant sur son niveau de confiance en sa démarche : « ehmmm. About 5, whatever c'était l'fun à faire pis sa me donnait dequoi à faire / stressait pas! » (*Les « 4 »*).

À la suite de la résolution d'un problème, Hélène a aussi souvent confiance en sa solution. Elle utilise d'ailleurs les échelons 5 et 6 pour exprimer la confiance qu'elle a en sa solution à plus de la moitié des problèmes. Le nombre 5 semble être utilisé lorsqu'elle a confiance en sa solution, mais qu'elle n'est pas certaine à 100 % que celle-ci est valide, c'est-à-dire lorsqu'elle trouve que sa solution « fait du sens » (*Métier, Pommes*), lorsque c'est la

seule solution qu'elle voit (*Fourmi*) et lorsqu'elle a un peu de difficulté à expliquer sa réponse (*Magie*). Le nombre 6 semble aussi être utilisé au problème de l'échiquier comme un niveau de confiance où Hélène n'est pas confiante à 100 % puisqu'elle écrit : « j'sais que ju right! On va dire ». Or, lors de l'utilisation du niveau de confiance 6 aux autres problèmes, c'est-à-dire au problème du théorème de Pythagore et au problème des « 4 », Hélène semble certaine de sa solution et cette confiance semble être reliée au fait qu'elle a pris sa solution sur Internet (*Pythagore*) et qu'elle a « double checker » ses solutions (*Les « 4 »*). Il y a tout de même quelques problèmes auxquels Hélène a moins confiance en sa solution. Elle utilise alors le 3 pour chiffrer cette confiance (*9 points, Âge*) ou encore le 1 lorsqu'elle abandonne la résolution (*Abeilles, Verres, Casino*).

Les sentiments exprimés pendant la résolution de problèmes

Même si Hélène semble avoir relativement confiance en elle-même avant de résoudre un problème, nous ne retrouvons pas beaucoup de traces explicites de cette confiance au moment de la résolution. En effet, Hélène n'exprime qu'à quelques reprises une certaine confiance en sa solution¹³ (*Pommes, Fourmi*). Elle exprime toutefois de la confiance en ses amis, attitude dont nous parlerons davantage à la dernière section de ce cas, soit celle intitulée « la confiance en ses amies ».

En plus d'avoir une certaine confiance en ses amies, Hélène est contente d'avoir de l'aide au problème des pommes puisqu'elle pense qu'elle n'aurait jamais pu résoudre le problème seule. La satisfaction n'est toutefois pas seulement exprimée par rapport à l'aide qu'elle reçoit. Hélène exprime de la satisfaction lorsqu'elle termine un problème (*Abeilles*). Elle est aussi fière lorsqu'elle arrive à trouver une solution à quelques problèmes (*Blocs, Balances*).

Le sentiment qui ressort le plus des écrits d'Hélène est la frustration. Elle utilise d'ailleurs plusieurs mots pour désigner ce que nous entendons par « frustration », soit :

¹³ À noter que sa solution au problème de la fourmi s'avère non valide

« frustrée », « fâchée », « enragée », « chavirée », « stressée¹⁴ » et perdre patience. Hélène semble utiliser ces mots lorsqu'elle ne sait pas comment commencer la résolution d'un problème (*Abeilles*), lorsque sa tentative de résolution n'amène à aucune solution (*Métiers*, *Pommes*, 9 points, Les « 4 »), lorsqu'elle ne comprend pas son résultat (*Balances*), lorsque son raisonnement ne lui fait plus de sens (*Verres*), lorsqu'elle pense que sa solution n'est pas bonne (*Âge*) et lorsqu'elle réalise que le problème est plus difficile qu'elle ne le pensait (*Verres*, *Casino*). Or, même si Hélène exprime beaucoup de frustration, elle est consciente qu'elle se « stress » facilement (9 points) et elle continue presque toujours à travailler sur un problème après s'être frustrée.

Hélène exprime aussi un certain doute lors de la résolution de plusieurs problèmes. Ce doute est parfois exprimé par rapport à ses habiletés (*Verres*, *Magie*), à l'efficacité de ses méthodes de résolutions (*Pommes*, *Balances*, *Âge*), à la véracité de ses solutions (*Âge*, 9 points), aux règles implicites (9 points), à sa compréhension d'un problème (*Verres*) et à l'existence d'une solution (*Pommes*, 9 points).

D'autres sentiments exprimés par Hélène sont la confusion, le découragement et l'impuissance. Elle exprime d'ailleurs de la confusion lorsqu'elle ne comprend pas tous les mots de l'énoncé (*Abeilles*) ou encore lorsqu'elle ne peut pas interpréter son résultat (*Balances*) et elle exprime du découragement lorsque le problème lui semble plus difficile qu'elle ne le pensait après la première lecture (*Âge*, *Verres*). Elle exprime aussi de l'impuissance à quelques reprises (*Abeilles*, *Verres*, *Magie*), sentiment qu'elle tente de surmonter au problème de magie en expliquant brièvement le fonctionnement du truc, mais qu'elle ne tente pas de surmonter à la fin des problèmes des abeilles et des verres puisqu'elle abandonne tout simplement ces problèmes.

En plus d'exprimer les sentiments décrits plus haut, Hélène explique qu'elle ne comprend pas le problème des abeilles et qu'elle ne sait pas comment s'y prendre pour le

¹⁴ Quoique nous définissons pas « frustration » et « stress » de la même façon, Hélène semble utilisé le mot « stressée » de la même façon que « frustrée ».

résoudre, ce qui la fait « feeler stupid » et que c'est de tels problèmes qui lui « font haïr des problèmes écrits ». Elle fait même référence au problème des abeilles lors de la résolution du problème de la semaine suivante en écrivant : « Ah pis cecitte c'était plus la fun que lui about des goddam abeilles!!! » (*Balances*), « Thanks madame pour pas le mettre si tant chinease comme lui de last week!! » (*Balances*).

L'appréciation de la résolution de problèmes et les sentiments pendant la résolution

Hélène affirme, à la fois au début et à la fin de la session, aimer et ne pas aimer la résolution de problèmes. Elle élabore davantage sur ses choix de réponses en écrivant qu'elle aime la résolution de problèmes lorsqu'elle comprend la question et lorsqu'elle est capable d'y répondre tout en ajoutant à la fin de la session qu'elle n'aime pas la résolution de problème lorsqu'elle est « fatigué pis que c'est vraiment compliquer ». En regardant les problèmes résolus par Hélène, nous remarquons qu'elle a aussi parfois de la difficulté à se prononcer sur son appréciation d'un problème spécifique. Elle semble prendre en considération tout ce qu'elle a ressenti pendant la résolution de problème, ce qui l'amène parfois à ne pas se prononcer à l'aide d'un « j'aime » ou « je n'aime pas » ce problème. D'ailleurs, il y a certains problèmes qu'elle affirme avoir appréciés au début de la résolution mais qui l'ont amenée à se sentir stressée par la suite. Elle classifie alors son appréciation de ces problèmes comme « half and half » (*9 points*), elle explique qu'elle a des « mixed feelings » (*Verres*) par rapport à ceux-ci ou elle affirme que ces problèmes n'étaient « pas bad » (*Pommes, Balances*).

Même si Hélène ne peut pas toujours se prononcer catégoriquement par rapport à son appréciation d'un problème en particulier, il y a plusieurs problèmes où elle le fait. D'ailleurs, elle affirme ne pas avoir aimé trois problèmes pendant la session (*Abeilles, Âge, Casino*) parce qu'ils étaient frustrants (*Abeilles, Âge*) ou comme elle l'écrit « ça me chavirait » (*Casino*) tandis qu'il y a sept problèmes qu'elle affirme avoir aimés (*Blocs, Métiers, Fourmi, Pythagore, Échiquier, Magie, Les « 4 »*). L'appréciation de ces problèmes semble majoritairement reliée au fait qu'elle n'a pas trop eu de difficulté lors de la résolution. Elle justifie d'ailleurs son appréciation des problèmes en écrivant qu'ils n'étaient « pas trop

compliquer » (*Blocs, Fourmi, Pythagore, Échiquier, Magie*) ou « pas stressant » (*Blocs, Magie*) et donc « d'la fun » (*Fourmi, Pythagore, Échiquier, Magie*). Il n'y a que deux problèmes où elle ne justifie pas son appréciation en se basant sur la facilité du problème, soit le problème des métiers qui faisait « travailler les méninges » et le problème des « 4 » où elle écrit avoir « actually aimer celui icitte » et qu'il était « entertaining slash addicting ».

Hélène semble donc aimer les problèmes qui ne lui ont pas causé de difficulté et ne pas aimer les problèmes qui lui ont causé des difficultés tout au long de la résolution. Quant aux autres problèmes, ils la laissent plutôt indifférente.

L'ordre d'appréciation des problèmes et l'ordre de difficulté des problèmes

En regardant, dans le questionnaire final, l'ordre dans lequel Hélène a placé les problèmes du plus aimé au moins aimé et l'ordre dans lequel elle place les problèmes du plus facile au plus difficile, les deux listes se ressemblent. D'ailleurs, même si l'ordre d'appréciation et l'ordre de difficulté ne sont pas identiques, il n'y a que le problème des verres pour lequel il y a plus de deux rangs qui séparent celui qu'il occupe dans l'une et dans l'autre des ordres. Ce qui revient à dire que, de façon générale, les problèmes les plus aimés sont ceux qu'elle a trouvés les plus faciles tandis que les problèmes les moins aimés sont ceux qu'elle percevait comme les plus difficiles de la session.

À la fin de l'année, alors qu'elle identifie le problème des abeilles comme étant, à la fois, le problème qu'elle a le moins aimé et le problème qu'elle a trouvé le plus difficile de la session, Hélène choisit le problème des « 4 » comme celui qu'elle a le plus aimé et le problème des blocs comme le problème qu'elle a trouvé le plus facile de la session. Le problème le plus apprécié de la session est donc le problème qu'Hélène a « actually aimer » et qu'elle classifie de « entertaining slash addicting » et non celui où elle affirmait être fière d'elle-même et où elle se sentait intelligente, ce problème (Balances) étant d'ailleurs au 6^e rang d'appréciation à la fin de la session. Le plaisir pourrait donc nous sembler plus déterminant que la réussite en ce qui a trait à l'appréciation d'un problème.

Or, certains problèmes où Hélène affirmait avoir aimé la résolution et la classifiait même « d'la fun » (Fourmi, Échiquier, Magie) se retrouvent, à la fin de la session, parmi les problèmes les moins appréciés. Nous remarquons toutefois que la solution présentée par Hélène à un de ces problèmes n'était pas valide (Fourmi), celle présentée à un autre problème n'était que partielle (Magie) et celle présentée à l'autre problème avait été donnée à Hélène par une de ses amies (Échiquier). Ici, la réussite semble donc plus déterminante que le plaisir en ce qui a trait à l'appréciation d'un problème, à moins qu'Hélène ait aussi changé d'avis sur le fait que ces problèmes étaient « d'la fun », ce que nous n'avons pas vérifié à la fin de la session.

Une chose est certaine, la véracité de la solution semble avoir une grande influence sur le niveau de difficulté perçu par Hélène à la fin de la session. D'ailleurs, en regardant les problèmes classifiés par Hélène comme les plus faciles de la session, nous remarquons qu'elle a presque toujours trouvé une solution valide à ces problèmes et à quelques reprises, des solutions partiellement valides. Or, les problèmes où la solution qu'elle propose n'est pas valide ou encore les problèmes qu'elle abandonne font tous partie des problèmes perçus comme les plus difficiles à la fin de la session.

De même, la validité de la solution trouvée semble avoir une influence sur l'appréciation qu'Hélène a d'un problème à la fin de la session, les problèmes bien résolus étant les plus appréciés et les problèmes où elle ne présente pas de solution ou encore où la solution présentée est invalide étant moins appréciés, et ce, à une exception près. Cette exception étant le problème des verres où elle abandonne la résolution, mais le problème fait tout de même partie des problèmes les plus appréciés à la fin de la session. Cette appréciation est peut-être due au fait qu'Hélène avait bien commencé sa résolution de problème avant de remettre en question sa compréhension de celui-ci et d'abandonner. La correction de ce problème lui a peut-être permis de voir qu'elle avait effectivement bien compris le problème la première fois et que, si elle avait continué, elle aurait pu arriver à une solution valide.

La persévérance

Nous avons l'impression qu'Hélène est persévérante, et ce, même si elle affirme, au questionnaire diagnostic, qu'elle laisse tomber un problème après y avoir travaillé « 5 à 10 minutes ». En effet, même si certains problèmes lui ont pris « 5 à 10 minutes » à résoudre (*Blocs*), elle semble avoir travaillé au moins 30 minutes sur les problèmes auxquels elle n'a pas donné de solution, c'est-à-dire les problèmes des abeilles et du casino où elle dit avoir travaillé environ 30 minutes et le problème des verres où elle écrit avoir travaillé « about 1h30 ». Même lorsqu'elle exprime de la frustration, Hélène continue presque toujours à tenter de résoudre le problème. Il n'y a d'ailleurs qu'au problème des abeilles qu'elle abandonne après avoir pensé environ 30 minutes sans vraiment avoir entamé une résolution. Or, quoiqu'Hélène se perçoit comme plus persévérante à la fin de la session, elle semble sous-estimer sa persévérance puisqu'elle écrit travaillée « 10 à 30 minutes » avant de laisser tomber un problème tandis qu'il y a des problèmes où elle a travaillé plus longtemps avant de laisser tomber.

Même si Hélène semble plus persévérante à la fin de la session qu'elle ne l'est au début, et ce, puisqu'elle l'affirme elle-même au questionnaire final en plus d'affirmer qu'elle travaille « 10 à 30 minutes » sur un problème avant de l'abandonner comparativement au « 5 à 10 minutes » qu'elle affirmait au début de la session, nous ne percevons pas cette évolution lors de la résolution de problèmes. D'ailleurs, tout au long de la session, il y a des problèmes où elle affirme avoir travaillé environ 15 minutes pour arriver à une solution (*Blocs*, *Métiers*, *Fourmi*, *Échiquier*) tandis qu'il y a d'autres problèmes répartis tout au long de la session où elle affirme avoir travaillé au moins une heure avant d'arriver à une solution (*Pommes*, *9 points*, *Balances*) ou avant d'abandonner le problème (*Verres*).

Attitudes cognitives

La vérification de la solution et le niveau de difficulté perçu

Au début de l'année, Hélène affirme qu'elle vérifie « souvent » sa solution à un problème en regardant « si ça du sens avec la question posée » et en vérifiant de nouveau ses calculs. Or, pendant la session, Hélène semble délaissé la vérification de sa solution peu à peu. D'ailleurs, elle laisse entendre qu'elle vérifie sa solution à quatre des sept problèmes qui lui ont été présentés dans la première moitié de la session tandis qu'après la mi-session, elle ne mentionne qu'une seule fois avoir vérifié sa solution sans préciser comment elle a vérifié, sans laisser de trace de cette vérification et y en présentant tout de même des équations qui ne sont pas valides (*Les « 4 »*). Les vérifications dans la première moitié de la session, elles, sont faites en remplaçant la solution trouvée dans l'énoncé du problème (*Pommes*), en relisant l'énoncé (9 points), en parlant à une amie (*Balances*) ou en faisant un schéma (*Fourmi*).

Hélène affirme d'ailleurs au questionnaire final qu'elle vérifie maintenant « rarement » sa solution, en précisant que cela dépend si elle a trouvé le problème difficile ou non. Elle élabore davantage en expliquant qu'elle vérifie le problème seulement si elle l'a trouvé « plutôt facile », car sinon elle craint de trouver des erreurs, ce qui la frustrerait. Nous remarquons d'ailleurs que les problèmes dont Hélène a vérifié sa solution (*Pommes*, 9 points, *Balances*, *Fourmi*, *Les « 4 »*) font partie des sept problèmes les moins difficiles de la session sans toutefois occuper les premiers rangs, exception faite du problème de la fourmi, problème qu'elle n'avait pas compris et qu'elle classifie à la fin de la session comme difficile. Nous remarquons aussi qu'Hélène a manifesté de la confiance au moment de résoudre ces problèmes. Inversement, toutefois, il arrive qu'elle apprécie certains problèmes sans pour autant en vérifier la solution (*Blocs*, *Métiers*, *Pythagore*, *Échiquier*, *Magie*, *Verres*).

Même si Hélène semble moins vérifier sa solution à la fin de la session qu'au début de celle-ci et que ses réponses aux questionnaires diagnostic et final sont cohérentes avec notre constatation, elle ne semble pas consciente qu'elle vérifie moins sa solution qu'avant.

En effet, dans le questionnaire final, elle affirme vérifier sa solution « autant » à la fin de la session qu'au début de celle-ci.

L'utilisation de schémas

Hélène affirme au début de la session qu'elle utilise « souvent » des schémas puisqu'elle est visuelle et que les schémas aident à sa compréhension. À la fin de la session, elle affirme toujours utiliser des schémas « souvent », et ce, non seulement pour l'aider à comprendre le problème, mais aussi pour l'aider à s'exprimer. Nous remarquons d'ailleurs qu'elle utilise des schémas dans dix des quatorze problèmes qui lui ont été présentés au cours de la recherche (*Bloc, Métier, Pommes, 9 points, Balances, Fourmi, Âge, Pythagore, Verres, Échiquier*). En regardant davantage ces problèmes, nous remarquons qu'Hélène se sert souvent de schémas pour résoudre un problème (*Blocs, Métiers, 9 points, Balances, Fourmi, Pythagore*), mais aussi, au début de la session pour représenter sa solution (*Métiers, 9 points, Balances*) et, à partir de la mi-session pour faire ressortir les données (*Âge, Verres, Échiquier*) ou encore pour s'assurer qu'elle comprend bien le problème (*Fourmi*).

Hélène affirme aussi à la fin de la session utiliser les schémas « plus » souvent à la fin de la session qu'au début de celle-ci. Or, nous ne voyons pas cette évolution en regardant ses résolutions de problèmes. Même si les problèmes où elle n'utilise pas de schémas se retrouvent surtout à la fin de la session, nous n'avons pas non plus l'impression qu'Hélène délaisse la schématisation au fur et à mesure que la session avance. En effet, deux des quatre problèmes où elle n'utilise pas de schémas lors de la résolution ne favorisent vraiment pas la schématisation (*Magie, Les « 4 »*) tandis que les deux autres problèmes sont des problèmes où elle abandonne la résolution (*Abeilles, Casino*).

L'importance de la généralisation

En regardant les problèmes qui demandent une généralisation, soit de façon implicite ou de façon explicite, nous avons l'impression qu'Hélène ne voit pas la pertinence d'utiliser la généralisation pour montrer l'unicité de sa solution puisqu'elle donne une seule solution au

problème des blocs sans s'assurer qu'elle est unique. Elle mentionne tout de même qu'il pourrait y avoir plus d'une solution parce qu'il pourrait y avoir un autre nombre de blocs satisfaisant aux conditions présentées dans l'énoncé. Elle ne semble pas non plus en mesure d'utiliser la généralisation lorsque celle-ci pourrait aider à trouver une solution numérique à un problème parce qu'elle abandonne le problème des abeilles et elle écrit ce que son amie lui dit au problème de l'échiquier. Enfin, lorsque la généralisation est explicitement demandée dans un problème, elle semble voir la pertinence de celle-ci puisqu'elle tente une résolution qui est parfois incomplète (*Magie*) et parfois correcte (*Pythagore*).

L'existence ou non d'autres solutions

Au début de l'expérimentation, Hélène se dit « plutôt en désaccord » avec le fait qu'un problème n'admette qu'une solution, et ce, puisque « Si tu fais une différente manière tes démarches mais tu obtiens quand même une solution logique ça devrait être bien ». Nous remarquons qu'Hélène semble associer dans ce cas « autre démarche » à « autre solution ». Nous retrouvons aussi cette association dans ses premières résolutions de problèmes, plus particulièrement dans le problème des métiers où elle écrit : « oui, car ma réponse fait du sens but il pourrait n'avoir d'autre, surtout si on utilise une autre démarche ». Elle semble toutefois délaisser le lien entre « plusieurs démarches » et « plusieurs solutions » très tôt dans la session, ce qui laisse parfois place à des réponses sans justification (*Pommes*, *Balances*, *Magie*) telle que « Well... chépas... y doit avoir d'autre bonne solution oui! » (*Magie*) ou basées sur ses expériences personnelles (*9 points*, *Abeilles*, *Les « 4 »*) telle que « Non, j'ai pas pu en trouver une, j pense pas qu'il n'aye plus que une ☺ » (*9 points*). À la fin de la session, Hélène justifie qu'un « problème peut avoir plus d'une solution si ça fait du sens » au lieu de se baser sur le nombre de méthodes de résolution possibles à un problème.

Hélène semble aussi avoir changé d'avis sur le fait qu'un problème ne peut admettre qu'une seule solution. Elle affirme au questionnaire final qu'elle pense « moins » qu'avant qu'il n'y a qu'une solution à un problème. Ses réponses aux questionnaires diagnostic et final vont dans le même sens puisqu'elle coche à la fin de la session qu'elle est « tout à fait

en désaccord » avec le fait qu'un problème n'admet qu'une seule solution, comparativement au « plutôt en désaccord » qu'elle avait coché au début de la session.

L'existence ou non d'autres méthodes de résolution

Au début de la session, Hélène est en accord avec le fait qu'il est toujours possible de trouver plusieurs méthodes de résolution à un problème. Cette idée n'est toutefois pas présente dans ses premières résolutions de problèmes. En effet, au problème des pommes ainsi qu'à celui des 9 points, elle affirme qu'il n'y a qu'une méthode de résolution. De ces deux problèmes, il faut dire qu'il y en a un seul où elle a raison de dire qu'il n'y a qu'une seule méthode de résolution (*9 points*), et parmi les problèmes qu'elle affirme avoir plus d'une méthode de résolution, il y en a aussi un seul où elle se trompe (*Les « 4 »*). L'idée qu'un problème se résout toujours de différentes façons semble vraiment émerger à la 6^e résolution de problème (*Balances*) et elle est présente jusqu'à la fin de la session. Voici quelques extraits qui illustrent bien cette idée qu'il est toujours possible de résoudre un problème de différentes façons :

« tout le nombre [monde?] à leur différence! Pis la math a toujours plein de chemin a se rendre à la bonne réponse » (*Balance*),

« oui, j pense que pour toutes les problèmes ya plus qu'une démarche... so celle citte itou probably » (*Fourmi*),

« oui, parce que chépas... j'sais juste que tu peux! Tout le monde est différent » (*Magie*),

« oui, chépas cosse qui serait l'autre manière but je suis sur qui en a! » (*Les « 4 »*).

Cette idée qu'il est toujours possible de résoudre un problème de différentes façons n'est toutefois pas aussi présente au questionnaire final que nous pourrions le croire. D'ailleurs, même si Hélène affirme au questionnaire final qu'elle pense « plus » qu'avant que

cette affirmation est vraie, elle explique aussi qu'il n'y a « pas toujours » plusieurs méthodes de résolution, mais qu'il y a « souvent » plusieurs méthodes pour « trouver la bonne solution ».

L'importance d'obtenir une bonne solution

Hélène semble vouloir avoir une bonne solution à un problème à la fois au début et à la fin de la session, mais les raisons pour lesquelles elle aime avoir la bonne solution semblent avoir changé. En effet, au début de la session, Hélène aime avoir « la bonne réponse » pour avoir le problème « de bien ! » tandis qu'à la fin de la session, elle explique qu'elle aime avoir une bonne solution puisque si elle ne trouve pas une bonne solution, elle se frustre et « veut trouver une façon d'arriver à la bonne solution ». Elle cherche donc à obtenir la solution pour satisfaction personnelle.

Même si Hélène trouve qu'il est important d'avoir la bonne solution à un problème, elle affirme au questionnaire final qu'elle croit « moins » à la fin de la session, comparativement au début de celle-ci, que l'aspect le plus important en résolution de problème est d'avoir la bonne solution. Les réponses qu'elle donne aux questionnaires diagnostic et final concordent d'ailleurs avec cette affirmation puisqu'elle a coché au premier questionnaire de la session qu'elle était « tout à fait d'accord » avec le fait qu'avoir une bonne solution est l'aspect le plus important de la résolution de problème tandis qu'au questionnaire final elle coche qu'elle est « plutôt d'accord » avec le même énoncé. Nous ne pouvons toutefois pas voir cette évolution d'attitude en regardant les problèmes résolus par Hélène.

La difficulté à comprendre l'énoncé et le problème

Hélène trouve que l'un des aspects les plus difficiles de la résolution de problèmes est la compréhension de l'énoncé, et ce, à la fin de la session tout comme au début de celle-ci. Nous remarquons d'ailleurs qu'il y a des problèmes où il y a des mots qu'elle ne comprend pas. Par exemple, au problème de la généalogie des abeilles, elle écrit que « les gros mots »

la « mêle » et qu'elle ne comprend pas le mot « fécondé », au problème des 9 points, elle doute de sa compréhension de la consigne qui dit de ne pas repasser sur une partie du trajet et, au problème du casino, elle écrit qu'elle est « mêler » sans toutefois préciser pourquoi.

Hélène éprouve aussi des difficultés liées à sa compréhension du problème lui-même et non à sa compréhension de l'énoncé. D'ailleurs, elle ne voit pas la pertinence de l'indication ajoutée par l'enseignante au problème de la fourmi, soit celle que l'étirement de l'élastique fait avancer la fourmi. Elle ne semble pas non plus comprendre les problèmes des verres et du casino après les avoir lus puisque, pendant la résolution de ceux-ci, elle écrit : « OK, sa garde right hard asteur que j'comprends actually sa que tu veux savoir! » (*Verres*) et « Je vais commencer par juste essayer de comprendre le problème » (*Casino*).

Ces difficultés à comprendre l'énoncé et le problème lui-même semblent parfois assez grandes pour qu'Hélène abandonne la résolution d'un problème (*Abeille*, *Âge*, *Verres*, *Casino*). Au problème des abeilles par exemple, elle affirme qu'elle ne comprend pas « quoi trouver ou comment le trouver » juste avant d'abandonner la résolution.

L'importance de la mémorisation

À la fois au début et à la fin de la session, Hélène semble croire que la mémorisation est importante en résolution de problème. Cette croyance semble peut-être même un peu plus forte à la fin de la session qu'elle ne l'est au début puisqu'elle affirme être « tout à fait d'accord » avec le fait que la mémorisation peut aider en résolution de problème comparativement au « plutôt d'accord » qu'elle affirmait au début de la session. Toutefois, Hélène ne semble pas croire qu'elle met plus d'importance à la mémorisation en résolution de problème à la fin de la session qu'elle ne le faisait au début puisqu'elle affirme au questionnaire final qu'elle pense « autant » qu'avant que la mémorisation peut aider en résolution de problèmes.

Même si nous ne pouvons pas nous prononcer sur le fait qu'Hélène a eu ou non un petit changement d'attitude par rapport à l'utilité de la mémorisation en résolution de

problèmes, il semble y avoir eu des changements au niveau des raisons pour lesquelles elle pense que la mémorisation pourrait être importante. En effet, au début de la session Hélène justifie son choix de réponse en écrivant qu'« il faut se rappeler des méthodes pour trouver la solution et de faire toutes les étapes ». Or, à la fin de la session, elle ne fait plus référence à la rétention de méthodes de résolution, mais plutôt à la rétention de formules. Elle écrit d'ailleurs que la mémorisation peut aider « à trouver la solution avec des formules du passer. Ça ne peut pas faire de tort! ». Même si sa justification à la fin de l'année porte sur la rétention de formules, nous ne remarquons pas l'utilisation de formules dans les résolutions de problèmes d'Hélène. Il se peut toutefois que certains problèmes lui donnent l'impression que la mémorisation aurait pu l'aider, comme les problèmes où elle a déjà résolu un problème similaire (*Blocs, Métiers, 9 points, Magie, Casino*).

L'importance de la chance

La chance semble beaucoup moins importante pour Hélène que la mémorisation. En effet, elle affirme dans le questionnaire diagnostique qu'elle trouve que la chance est « inutile » en résolution de problème et, quoiqu'à la fin de la session, elle affirme se fier à la chance « plus » souvent qu'avant, elle trouve encore la chance « peu importante ». D'ailleurs, pendant la session, il n'y a qu'un problème où elle fait référence à la chance, mais nous n'avons pas l'impression qu'elle se fie à celle-ci pour résoudre le problème puisqu'elle explique que sa solution pourrait être « « luckily » right » tout en étant presque certaine que celle-ci n'est pas valide (Âge).

Attitudes sociales

La consultation de l'enseignante et le travail en équipe

Hélène n'a pas tendance à aller voir l'enseignante pour des clarifications pendant la session. En effet, il n'y a qu'au dernier problème de la session (*Casino*) qu'elle va consulter l'enseignante après avoir travaillé sur le problème. Cette consultation est peut-être due au fait qu'il n'y aurait aucun retour en salle de classe et que les notions requises pour le

résoudre, c'est-à-dire les probabilités, étaient matière à examen. De façon générale, Hélène semble plutôt se tourner vers ses collègues lorsqu'elle bloque face à un problème, possiblement parce que l'enseignante a dit qu'elle ne répondrait à aucune question par rapport aux résolutions de problèmes.

Quelle que soit la raison, Hélène consulte plusieurs collègues de classe pendant la session, et ce, dès les premiers problèmes (*Blocs, Pommes, 9 points, Abeille, Balances, Verres, Échiquier, Les « 4 »*), particulièrement deux filles que nous avons appelées Géraldine et Gertrude. Hélène commence parfois la résolution d'un problème seule et demande pour de l'aide par la suite (*Pommes, 9 points, Casino*) et d'autres fois elle travaille avec une amie dès le début de la résolution (*Abeilles, Balances, Verres, Les « 4 »*), ce qui semble la rassurer au problème des balances puisqu'elle écrit : « sa gard pas that compliquer, avec les ptits dessins déjà faits pour nous autres! Pis [Gertrude] est avec moi so 2 têtes sont meilleures que une ». Hélène demande aussi de l'aide à une amie qui avait déjà résolu le problème de l'échiquier et, au problème des blocs, elle ne consulte ses amies que pour vérifier sa solution.

Lorsque questionnée au début de la session sur le fait qu'elle aime ou non discuter de sa démarche et de sa solution avec ses amies, Hélène répond qu'elle est « plutôt en désaccord » avec cette affirmation et justifie son choix de réponse en utilisant un peu d'humour puisqu'elle écrit qu'elle « ne discute pas vraiment de la mathématique avec [ses] amis ». À la fin de la session, elle affirme être « plutôt d'accord » avec ce même énoncé parce que la discussion permet de vérifier les démarches et peut donner de « nouvelles méthodes ». Est-ce qu'Hélène aime plus discuter de résolution de problèmes avec ses amis à la fin de la session qu'au début de celle-ci ou est-ce que l'utilisation de l'humour dans le premier questionnaire a influencé son choix de réponse au début de la session? Comme pendant la session, elle consulte ses amis dès les premières résolutions et comme elle affirme au questionnaire final qu'elle aime partager ses solutions et ses démarches « autant » à la fin de la session qu'elle ne l'aimait au début, nous oserions dire que l'utilisation de l'humour a possiblement influencé son choix de réponse au début de la session.

Liens entre les attitudes affectives, cognitives et sociales

L'utilisation d'Internet et la confiance

Le fait qu'Hélène peut utiliser des outils tels qu'Internet semble la rassurer avant même de commencer à résoudre un problème. En effet, une des seules fois où elle utilise le nombre 6 pour exprimer la confiance qu'elle a en ses habiletés à résoudre un problème est avant de résoudre le problème du théorème de Pythagore. Le problème ne lui paraît pas difficile puisque l'enseignante a dit en classe qu'ils pouvaient utiliser l'Internet pour trouver une autre solution. Elle semble aussi plus confiante en sa solution et en sa méthode de résolution après avoir résolu ce problème qu'après avoir résolu les autres problèmes. D'ailleurs, le problème du théorème de Pythagore est le seul problème de la session où elle utilise le nombre 6 à la fois pour décrire la confiance qu'elle a en sa solution et celle qu'elle a en sa démarche. Elle justifie aussi son niveau de confiance en mentionnant que la solution était sur Internet et que sa démarche doit être bonne puisque l'enseignante leur a dit qu'ils pouvaient consulter l'Internet. Cette confiance est peut être aussi influencée par le fait qu'elle n'a pas besoin de résoudre le problème, elle n'a qu'à la solution qu'elle a trouvée.

Le support visuel fourni et la confiance

Les schémas fournis dans les énoncés des problèmes semblent parfois rassurer ou angoisser Hélène. En fait, elle est optimiste après la lecture du problème des balances parce qu'il y a des dessins, ce qu'elle exprime en écrivant : « sa gard pas that compliquer, avec les petits dessins déjà faite pour nous autres! ». Or, au problème des verres, elle est nerveuse puisqu'elle n'a jamais aimé les graphiques.

L'utilisation de schémas et la consultation d'amies

Nous avons déjà mentionné qu'Hélène utilise souvent des schémas tout comme elle consulte assez souvent ses collègues. La consultation d'amis semble parfois avoir une

influence sur son utilisation de schémas. D'ailleurs, au problème des pommes et à celui des verres, Hélène affirme « dessiner » parce que c'est ce que fait son amie :

« well [Géraldine] vient juste de me dire qu'elle dessine les pommes yelle, j'va essayer sa moi aussi! ☺ » (*Pommes*),

« J'va dessiner les dessins comme ma ptite partner! Lol! » (*Verres*).

La confiance en ses amis

Hélène semble avoir confiance en ses amies lors de la résolution de problèmes, plus particulièrement en Géraldine et en Gertrude (*Pommes*, 9 points, *Balances*, *Verres*, *Échiquier*). Voici d'ailleurs des extraits de ces écrits qui illustrent bien cette confiance :

« J'pense qu'a les right » (9 points),

« whatever cosse que yelle dit j'va avec itou! » (*Balances*),

« j'va écouter ma partner [Géraldine] cuz sa qu'a dit fait a motcher du sens » (*Verres*),

Même si Hélène a confiance en ses amies, elle semble vouloir valider elle-même les solutions que celles-ci proposent. D'ailleurs, lorsque Géraldine lui dit que le vendeur avait 22 pommes avant de rencontrer le premier étranger, Hélène écrit avoir « double checker » cette solution et lorsqu'une autre amie lui montre la solution qu'elle a trouvée pour le problème des 9 points, elle affirme que cette solution « fait du sens », mais elle doute encore de celle-ci puisqu'il est écrit dans l'énoncé du problème « sans repasser sur une partie du trajet ». Hélène ne prend toutefois pas le temps de vérifier la solution que Géraldine lui propose au problème de l'échiquier, possiblement parce qu'elle veut remettre son devoir qui est déjà quelques jours en retard le plus vite possible pour ne pas être pénalisée davantage. Elle semble tout de même un peu inquiète puisqu'après avoir expliqué qu'elle écrivait la solution que Géraldine lui avait donnée, elle écrit : « So enlève moi pas de point ».

4.1.9 Irène

Résumé

Irène a très confiance en elle-même, et ce, à la fois avant la résolution d'un problème, pendant la résolution et après celle-ci. D'ailleurs, sur une échelle de 1 à 6, elle utilise majoritairement le 6 pour exprimer sa confiance tout au long de la session. Cette confiance est aussi accompagnée d'une fierté lors de la résolution de presque tous les problèmes de la session. De plus, Irène est très persévérante puisqu'elle passe plus d'une heure à résoudre certains problèmes, en particulier le problème de la généalogie des abeilles où elle trace l'arbre généalogique des 14 générations. Cette persévérance, en plus du fait qu'Irène recommence les résolutions où elle n'est pas certaine de sa solution, semble être une indication qu'elle est à la recherche d'une solution valide, possiblement pour sa satisfaction personnelle, puisqu'elle affirme aux questionnaires diagnostic et final que l'obtention de la bonne solution n'est pas l'aspect le plus important en résolution de problèmes.

Irène aime la résolution de problèmes et a apprécié la grande majorité des problèmes qui lui ont été présentés pendant la session. Parmi les problèmes les moins appréciés de la session, nous retrouvons les problèmes qui lui ont causé le plus de difficultés ainsi que les problèmes qui demandent une généralisation. De plus, quoiqu'elle généralise presque toujours correctement, Irène ne généralise que lorsque l'énoncé d'un problème le demande explicitement, et ce, même si une généralisation non mentionnée pourrait faciliter la résolution d'un problème.

Plusieurs attitudes cognitives semblent avoir changé chez Irène pendant la session. Entre autres, l'importance qu'elle accorde à la mémorisation semble avoir diminué et celle qu'elle accorde à la schématisation semble avoir augmenté. De plus, elle est « beaucoup moins » en accord avec le fait qu'un problème n'admet qu'une seule solution et « beaucoup plus » d'accord avec le fait qu'il y a toujours plus d'une façon de résoudre un problème. Elle trouve aussi que la compréhension de l'énoncé est moins difficile comparativement aux autres aspects de la résolution.

Attitudes affectives

La confiance en soi

Irène semble avoir confiance en elle-même tout au long de la session, ce qui inclut avant et après la résolution de problèmes. D'ailleurs, après la lecture de l'énoncé d'un problème, elle utilise toujours un niveau de confiance supérieur ou égal à 4 (sur une échelle de 1 à 6) pour décrire la confiance qu'elle a en ses habiletés à résoudre celui-ci et, après la résolution, il n'y a qu'un problème pour lequel elle n'utilise pas un niveau supérieur ou égal à 4 pour décrire la confiance qu'elle a en sa démarche ou en sa solution (*Fourmi*). Le niveau de confiance qu'Irène utilise le plus pendant la session est de loin le niveau 6, soit le niveau le plus élevé de l'échelle. D'ailleurs, même si Irène utilise le niveau 4 lorsqu'elle trouve que le problème semble compliqué après en avoir fait la lecture, elle écrit qu'elle pense tout de même pouvoir le résoudre. De même, l'échelon 6 est aussi utilisé pour exprimer la confiance qu'Irène a en sa solution et en sa démarche après la résolution de plusieurs problèmes (*Métiers, Pommes, 9 points, Abeilles, Balances, Âge, Pythagore, Échiquier, Verres (solution seulement)*) et l'échelon 5 semble être utilisé dans le même sens, c'est-à-dire pour montrer qu'Irène a confiance en sa méthode (*Blocs, Verres, Magie, Les « 4 »*) et en sa solution (*Blocs, Les « 4 »*). Or, le niveau de confiance 5 semble tout de même être utilisé avec un peu plus de réserve que le niveau 6, en particulier puisqu'Irène écrit, à la suite de son utilisation, qu'elle est « presque certaine » de sa solution (*Blocs*).

Même si, de façon générale, Irène est confiante, il y a tout de même deux problèmes pour lesquels elle ne semble pas aussi confiante après les avoir résolus puisqu'elle utilise 4 pour décrire sa confiance en sa solution au problème de magie et 3,5 pour décrire la confiance qu'elle a en sa solution ainsi que celle qu'elle a en sa démarche au problème de la fourmi. Elle précise aussi au problème de la fourmi qu'elle a trouvé deux solutions mais qu'elle n'a « aucune idée laquelle est bonne! ». D'ailleurs, elle hésite à savoir s'il y en a une des deux qui est bonne.

En plus d'avoir confiance en elle-même avant et après la résolution d'un problème, Irène exprime aussi de la confiance lors de la résolution de certains problèmes. Cette confiance est majoritairement en elle-même (*Métiers, 9 points, Balances, Âge, Pythagore, Verres, Échiquier*), mais elle a aussi confiance en sa méthode de résolution (*9 points*), en la clarté de ses explications (*Balances*) et en son amie (*Échiquier*). Voici certaines expressions tirées de ses écrits qui nous permettent de

sentir cette confiance : « Ceci va marché!! Je suis sur! » (9 points), « Je pense que je le montre assez clair! » (*Balances*), « Je suis encore confiante! » (*Pythagore*), « Ça va assez bien! » (*Verres*).

En regardant les résolutions de problèmes d'Irène, il nous paraît assez évident qu'elle a confiance en elle-même, mais sa grande utilisation du niveau de confiance 6 ne permet pas de voir qu'est-ce que les questionnaires diagnostic et final dévoilent, soit qu'elle a plus confiance en elle-même à la fin de l'expérimentation qu'au début. En effet, elle précise dans le questionnaire final qu'elle se considère comme « très bonne » en résolution de problème et « beaucoup » meilleure qu'avant (*tableau à la fin*), quoiqu'elle se considérait tout de même comme « bonne » au début de la session.

La confiance avant la résolution et l'adéquation de la solution proposée

Irène a raison d'avoir confiance en elle-même. D'ailleurs, il n'y a que deux problèmes pendant la session pour lesquels la solution qu'elle propose n'est pas valide (*Blocs*, *Fourmi*). Au problème des blocs, elle présente une solution partiellement valide, c'est-à-dire qu'elle trouve un reste de 9 blocs sans penser à vérifier si d'autres restes seraient possibles et, au problème de la fourmi, elle présente deux solutions qui ne sont pas valides. En effet, elle commence par affirmer que la fourmi ne se rendra pas au bout de l'élastique. Puis, elle revient sur sa résolution après que nous ayons indiqué en classe que la position de la fourmi est influencée par l'étirement de l'élastique. Elle trouve alors que la fourmi tombera grâce à un raisonnement erroné.

Les autres sentiments exprimés

En plus d'exprimer de la confiance souvent lors de la résolution de problèmes, Irène semble presque toujours être contente d'avoir résolu le problème (*Blocs*, *Métiers*, *Pommes*, 9 points, *Abeilles*, *Balances*, *Fourmi*, *Âge*, *Pythagore*, *Verres*, *Échiquier*, *Les « 4 »*). Les deux problèmes qu'elle termine en n'exprimant pas de satisfaction sont ceux où elle a le moins confiance après la résolution (*Fourmi*, *Magie*).

Quoiqu'elle termine presque toujours un problème avec satisfaction, Irène exprime de l'indifférence (*Verres*, *Magie*) ainsi que des sentiments « négatifs » lors de la résolution de quelques problèmes pendant la session. Plus précisément, elle exprime du doute en sa méthode (*Pommes*), en sa

solution (*Fourmi*) et en ses explications (*Verres*) ainsi que du découragement (*Fourmi*), de la confusion (*Magie*) et de la frustration (*Les « 4 »*).

L'appréciation d'un problème

Même s'il y a quelques problèmes qu'Irène n'a pas appréciés pendant la session, de façon générale, elle aime la résolution de problèmes, ce qu'elle admet à la fois au début et à la fin de la session et elle semble même apprécier la résolution de problèmes davantage à la fin de la session puisqu'elle écrit au questionnaire final qu'elle aime « beaucoup » plus la résolution de problèmes qu'au début de l'expérimentation. Elle précise aussi au questionnaire diagnostic et au questionnaire final qu'elle aime surtout les problèmes pour lesquels elle a une idée de résolution après avoir lu l'énoncé et, comme elle l'écrit si bien au questionnaire final, ceux « où tu n'as pas trop à penser ». En contre partie, elle avoue au début et à la fin de la session ne pas aimer les problèmes « où il y a trop de différentes manières à le résoudre », et ce, même si, pendant la session, elle dit avoir apprécié plusieurs problèmes admettant plus qu'une méthode de résolution.

Nous remarquons aussi cette appréciation des problèmes « faciles » au questionnaire final où Irène devait placer les problèmes en ordre du moins aimé au plus aimé et du plus facile au plus difficile. Les problèmes les moins aimés sont tous associés aux problèmes qu'elle perçoit comme les plus difficiles de la session tandis que les problèmes les plus appréciés sont associés aux problèmes qu'elle perçoit comme les plus faciles de la session.

Pendant la session, Irène affirme plus souvent avoir apprécié un problème que ne pas l'avoir apprécié. D'ailleurs, il n'y a que trois problèmes qu'Irène affirme ne pas avoir aimés résoudre et, parmi ces trois problèmes (*Abeilles*, *Fourmi*, *Magie*), nous retrouvons les deux problèmes qu'elle n'a pas terminés avec un sentiment de fierté. Elle explique ne pas avoir aimé le problème de la *Fourmi* parce qu'elle n'a pas trouvé de solution, et elle avoue que le problème de *Magie* n'a pas été de son goût puisqu'elle ne sait pas si son cheminement est bon tout en ne précisant pas pourquoi elle n'a pas aimé résoudre le problème des abeilles. Nous avons toutefois l'impression que le temps consacré à faire un arbre généalogique de 14 générations y est pour quelque chose puisqu'elle affirme que lorsqu'elle s'est approchée de la solution, elle l'aimait davantage. Ces trois problèmes sont encore, à la fin de la session, les problèmes les moins appréciés par Irène et les problèmes qu'elle perçoit comme les plus difficiles de la session. Nous avons donc tendance à croire qu'Irène n'aime pas les problèmes qu'elle ne peut pas terminer et pour lesquels elle n'est pas certaine de sa solution. D'ailleurs, les

problèmes de la fourmi et de magie sont les problèmes où elle utilise des nombres inférieurs à 5 pour exprimer sa confiance en sa solution.

Pour ce qui est des problèmes appréciés par Irène pendant la session, nous n'avons pas toujours l'impression qu'elle aime un problème parce qu'il est « facile », quoique cette explication revient souvent. D'ailleurs, les raisons d'appréciations varient du début à la fin de la session, ce qui pourrait toutefois être une coïncidence. Irène affirme avoir apprécié les deux premiers problèmes, car elle devait y penser tout en expliquant qu'elle comprenait le problème des blocs et qu'il n'a « pas pris trop longtemps ». Pour les problèmes qui suivent (*Pommes*, *9 points*, *Balances*, *Pythagore*, *Verres*), Irène justifie son appréciation en expliquant que le problème était relativement facile et/ou qu'il était plaisant. Elle écrit avoir aimé le problème de l'échiquier parce qu'elle a « appris quelque chose » de nouveau tandis qu'au problème des « 4 » elle n'explique pas pourquoi elle a apprécié le problème.

La persévérance

En plus d'aimer la résolution de problèmes, Irène semble très persévérante, même qu'elle se dit plus persévérante à la fin de la session qu'elle l'était au début de celle-ci. Elle affirme d'ailleurs dans le questionnaire final laisser tomber « beaucoup moins » vite qu'avant l'expérimentation et elle affirme qu'elle travaille « plus d'une heure » avant de laisser tomber un problème versus « 10 à 30 minutes » au début de la session. Nous ne pouvons toutefois pas confirmer que son degré de persévérance s'améliore au cours de la session puisque dès les premières résolutions de problèmes nous remarquons qu'elle affirme avoir travaillé plus d'une heure sur certains problèmes (*Pommes*, *Abeilles*, *Fourmi*, *Échiquier*, *Magie*) et qu'elle n'abandonne jamais la résolution d'un problème. Elle va même jusqu'à faire l'arbre généalogique de 14 générations au problème des abeilles et calculer la distance parcourue par la fourmi sur l'élastique pour environ 140 différents temps (*Fourmi*). En plus de faire tous ces calculs pour parvenir à résoudre ces deux problèmes, elle recommence la résolution, soit parce qu'elle n'obtient pas la même réponse que son amie (*Abeilles*), soit parce qu'elle se rend compte qu'elle n'a pas pris en considération le fait que l'étirement de l'élastique fait avancer la fourmi (*Fourmi*).

Attitudes cognitives

La vérification de la solution

La vérification semble importante pour Irène. D'ailleurs, elle affirme, à la fois au début et à la fin de la session, qu'elle vérifie « toujours » sa solution pour savoir si elle a fait des erreurs. Dans le questionnaire diagnostique, elle précise aussi qu'elle « revise » ou « refait » le problème, mais dans le questionnaire final elle ne précise pas comment elle vérifie sa solution. De plus, elle affirme à la fin de la session qu'elle a l'impression de vérifier sa solution « beaucoup plus » qu'avant. Or, même si Irène affirme toujours vérifier sa solution, elle ne laisse des traces de ses vérifications qu'à quelques reprises pendant la session (*Pommes*, *Abeilles*, *Âge*) et elle vérifie à l'aide d'un schéma (*Pommes*), en consultant une amie (*Abeilles*) ou encore en remettant sa solution dans l'énoncé du problème (*Âge*). Il se peut cependant qu'elle révise ses autres résolutions sans en faire mention dans ses écrits.

L'utilisation de schémas

Irène affirme aussi au début de la session utiliser des schémas « souvent », mais elle précise que cela « dépend sur quelle sorte de problème » puisque parfois les schémas ont plutôt tendance à la mélanger. À la fin de la session, toutefois, elle coche qu'elle utilise « toujours » des schémas puisque « ça facilite la résolution de problème. Ça te fait comprendre plus », ce qui est d'ailleurs cohérent avec son tableau à la fin du questionnaire final puisqu'elle affirme qu'elle utilise les schémas « beaucoup plus » qu'avant. En regardant ses résolutions de problèmes, nous remarquons qu'elle n'utilise pas toujours des schémas comme elle l'affirme dans le questionnaire final, mais qu'elle utilise presque toujours des schémas lorsque c'est possible. En effet, il n'y a que pour les problèmes de la fourmi et de l'âge de l'homme qu'elle aurait pu faire un schéma alors qu'elle a choisi de ne pas en faire. Les problèmes qu'Irène a résolus à l'aide de schémas sont : *Blocs*, *Métiers*, *Pommes*, *9 points*, *Abeilles*, *Balances*, *Pythagore*, *Verres* et *Échiquier*.

L'importance de la généralisation

Irène semble seulement généraliser lorsqu'il est demandé explicitement dans la question de le faire. En effet, elle ne généralise pas au problème des blocs ni aux problèmes où une généralisation pourrait simplifier la résolution, c'est-à-dire aux problèmes des abeilles et à la première partie du problème de l'échiquier. D'ailleurs, au problème des abeilles, elle ne retrouve pas la suite et fait plutôt

l'arbre généalogique au long, c'est-à-dire pour les 14 générations. De plus, elle compte tous les carrés de l'échiquier 8 par 8 au lieu de chercher une suite. Pourtant, Irène explique correctement les généralisations à la deuxième partie du problème de l'échiquier, au problème du théorème de Pythagore et à celui de magie. Elle ne semble donc pas voir l'utilité de la généralisation.

L'existence ou non d'autres solutions

Au début de la session, Irène affirme être « plutôt d'accord » avec le fait qu'un problème n'admet qu'une bonne solution et elle précise que « des fois il y a plus qu'une bonne réponse, mais pas si souvent », ce qui ressort aussi pendant la session puisqu'à la suite de plusieurs résolutions de problèmes, elle explique qu'elle ne pense pas qu'il puisse y avoir plus d'une solution à ces problèmes (*Métiers, Abeilles, Balances, Fourmi, Âge, Pythagore, Verres, Échiquier, Magie*) et elle a presque toujours raison. D'ailleurs, il n'y a que deux de ces problèmes où elle n'a pas raison (*Balances, Pythagore*) et, en regardant ces explications, nous pourrions dire qu'elle semble croire que la solution au problème du théorème du Pythagore est $a^2 + b^2 = c^2$, elle aurait donc raison de dire qu'il n'y a qu'une seule solution. De plus, il n'y a que deux problèmes pour lesquels Irène hésite à savoir s'ils admettent d'autres solutions, avouant qu'elle n'a pas essayé d'en trouver (*Blocs, Pommes*) et deux autres problèmes qui devraient, selon elle, admettre plus d'une solution, soit un où elle a raison (*Les « 4 »*) et un où elle a tort (*9 points*).

Même si pendant la session Irène écrit souvent qu'elle pense que le problème sur lequel elle travaille n'admet qu'une solution, elle affirme au questionnaire final qu'elle est « tout à fait en désaccord » avec cette idée puisque « tous les problèmes écrits sont différents et des fois il y a plusieurs bonnes réponses ». D'ailleurs, elle coche dans le tableau à la fin de ce même questionnaire qu'elle est « beaucoup moins » d'accord qu'avant avec le fait qu'un problème admet qu'une bonne solution.

L'existence ou non d'autres méthodes de résolution

L'idée d'Irène en ce qui a trait aux nombres de méthodes de résolution pour un problème semble avoir changé au cours de la session. À la fin de la session, elle affirme qu'elle pense « beaucoup plus » qu'avant qu'il est toujours possible de trouver plusieurs méthodes de résolution à un problème. Ce changement d'attitude se perçoit aussi en regardant ses réponses aux questionnaires diagnostic et final puisqu'au début de la session elle affirmait être « plutôt d'accord » avec le fait qu'il

est toujours possible de trouver plus d'une méthode de résolution, et, à la fin de la session, elle est « tout à fait d'accord » avec le même énoncé. Ses justifications vont aussi dans le même sens puisqu'Irène écrit au début de la session qu'« il y a des fois qu'il y a d'autres méthodes » et, à la fin de la session, elle affirme que « d'habitude il y a plusieurs moyens et acheminements à résoudre un problème ».

C'est d'ailleurs cette dernière idée que nous retrouvons surtout lors de la résolution de problèmes puisqu'il n'y a qu'un problème où Irène semble affirmer qu'il n'y a pas d'autres méthodes de résolution que celle qu'elle a utilisée puisque « tu dois associé un verre à un graphique » (*Verres*) mais elle explique toutefois qu'« il peut avoir d'autres moyens à l'expliqué » (*Verres*). De plus, elle justifie souvent le fait qu'elle pense qu'il y a d'autres méthodes de résolution en expliquant qu'elle ne pense pas que les autres prendront tous le même chemin qu'elle (*Blocs, Métiers, 9 points, Balances, Âge*). En particulier au problème des 9 points, Irène croit que certaines personnes ne feront pas les mêmes essais qu'elle. Elle justifie tout de même l'existence de d'autres méthodes de résolution en n'en suggérant à quelques reprises, telles que l'utilisation d'une formule aux problèmes des abeilles et de l'échiquier.

L'importance d'obtenir une bonne solution

Dès le début de la session, Irène affirme être « plutôt en désaccord » avec l'idée que la bonne solution est l'aspect le plus important de la résolution de problème parce que, selon elle, « c'est meilleure de savoir comment faire ». Cette idée que la méthode de résolution est plus importante que la solution semble encore plus grande à la fin de la session puisqu'elle coche qu'elle est maintenant « tout à fait en désaccord » avec le fait que la bonne solution est l'aspect le plus important de la résolution de problèmes.

En examinant les problèmes qu'elle a résolus, il nous semble toutefois qu'Irène recherche une solution valide puisqu'elle recommence les résolutions où elle doute de sa solution (*Abeilles, Fourmi*).

La difficulté accordée à la compréhension de l'énoncé

En ce qui a trait à la compréhension de l'énoncé, cet aspect de la résolution de problèmes est passé d'un des plus difficiles en début de la session à un des plus faciles en fin de session. Il semble

que les problèmes suggérés ont eu une influence sur l'attitude d'Irène en ce qui a trait à cet aspect de la résolution de problèmes.

L'importance de la mémorisation

En nous fiant au tableau à la fin du questionnaire final, nous remarquons qu'Irène pense « beaucoup moins » qu'avant que la mémorisation peut l'aider en résolution de problèmes. Dans le questionnaire final, elle affirme être « tout à fait en désaccord » avec le fait que la mémorisation peut aider en résolution de problèmes, et ce, puisque « tous les problèmes sont différents et la mémorisation veut dire que tu comprend pas toute à fait le problème ». Nous voyons donc un changement puisqu'au début de la session Irène se disait « plutôt en désaccord » avec le même énoncé « car des fois il y a certain affaire que tu dois juste savoir avant de faire une telle problème. Pendant les résolutions de problèmes, elle ne fait jamais référence à la mémorisation.

L'importance de la chance

Pour ce qui est de l'aspect « chance » en résolution de problèmes, nous ne percevons pas une évolution aussi claire. En effet, au questionnaire diagnostic, elle a coché que la chance lui était « inutile » tandis qu'au questionnaire final, elle affirme que la chance est « peu importante » pour elle. Pourtant, dans le tableau à la fin du questionnaire final, elle affirme qu'elle se fie « moins » à la chance qu'avant. Si nous ne pouvons déterminer s'il y a eu évolution relativement à l'import accordé à la chance, nous pouvons tout de même remarquer que cette importance n'est pas grande puisqu'elle n'y fait jamais référence pendant la session.

Attitudes sociales

Le travail en équipe et la comparaison de solutions et de méthodes

À la fin de la session, Irène affirme aller voir une amie « beaucoup plus » souvent qu'avant lorsqu'elle a de la difficulté avec un problème. De plus, elle dit aimer « beaucoup plus » qu'avant discuter de sa méthode de résolution ainsi que de sa solution avec ses amis. Ces affirmations coïncident d'ailleurs avec ses réponses aux questionnaires diagnostic et final. En effet, au début de la session, elle ne mentionne pas travailler avec une amie lorsqu'elle a de la difficulté et elle se dit « plutôt d'accord » avec le fait qu'elle aime discuter de sa démarche et de sa solution avec ses amis

puisque « parfois tu t'a peut-être trompé ou ça te fais le comprendre mieux ». Tandis qu'à la fin de la session, elle mentionne qu'elle a tendance à travailler avec une amie si elle bloque sur un problème et qu'elle aime discuter de ses méthodes et de ses solutions avec ses amis car « Ça te fait comprendre plus le problème et pour voir si il y avait d'autres moyens à le résoudre ». Pourtant, elle ne semble pas consulter ses amis souvent, puisqu'elle mentionne avoir consulté une amie lors de la résolution de trois problèmes seulement (*Abeilles, Pythagore, Échiquier*). Toutefois, cette amie affirme avoir consulté Irène à plusieurs reprises (*Blocs, Métiers, Pommes, Abeilles, Pythagore, Les « 4 »*). Il est possible qu'elles aient travaillé la résolution de ces problèmes ensemble et qu'Irène ait oublié de le mentionner mais il est aussi possible qu'elles auraient plutôt comparé leurs méthodes et leurs solutions après avoir terminé la résolution, chacune de leur côté (*Blocs, Métiers, Pommes*) ou bien Irène aurait donné un coup de main à son amie (*Les « 4 »*). Irène ne mentionne donc peut-être pas son amie dans ces résolutions de problèmes puisqu'elle avait peut-être déjà terminé sa résolution et n'est pas revenue sur ses écrits afin d'ajouter la comparaison qu'elle a faite avec son amie après la résolution.

La consultation de l'enseignante

Alors qu'Irène reconnaît, en fin de session, consulter ses amis davantage, elle affirme, à la fin de la session, aller consulter l'enseignante « moins » souvent qu'avant. D'ailleurs, pendant la session, elle ne mentionne jamais être allée voir l'enseignante pour des renseignements. Il se pourrait toutefois que le fait que l'enseignante ait dit en début de session qu'elle ne répondrait pas aux questions concernant la résolution des problèmes ait joué un rôle sur le comportement d'Irène.

Liens entre les attitudes affectives, cognitives et sociales

La vérification de la solution et la confiance

Comme Irène affirme au questionnaire diagnostique et au questionnaire final qu'elle vérifie toujours sa solution en révisant sa solution ou en refaisant le problème, sa confiance après la résolution d'un problème pourrait être due à cette vérification. Nous ne pouvons toutefois pas vérifier cette hypothèse puisque, pendant la session, il n'y a que quelques problèmes où elle affirme avoir vérifié sa solution tandis qu'elle a presque toujours confiance en sa solution et en sa méthode.

Les problèmes de généralisation et la consultation d'amie

En regardant les problèmes résolus par Irène ainsi que les problèmes résolus par son amie avec laquelle elle affirme travailler à quelques reprises, nous remarquons qu'elles se sont consultées pour la résolution de plusieurs problèmes (*Blocs, Métiers, Pommes, Abeilles, Pythagore, Échiquier, Les « 4 »*). Parmi ces problèmes, nous remarquons presque tous les problèmes qui demandent une généralisation (*Blocs, Abeilles, Pythagore, Échiquier*). Il n'y a d'ailleurs que le problème de magie qui demande une généralisation et où ni l'une ni l'autre des étudiantes n'ont mentionné avoir travaillé ensemble.

Les problèmes de généralisation, l'appréciation et la difficulté perçue

Quoiqu'Irène présente presque toujours une solution valide aux problèmes de généralisation tout en ayant consulté une amie à la plupart de ces problèmes, ces problèmes ne semblent pas être ceux qu'elle apprécie le plus. D'ailleurs, à la fin de la session Irène place tous les problèmes de généralisation (*Blocs, Abeilles, Pythagore, Échiquier, Magie*) parmi les problèmes qu'elle a le moins appréciés et parmi les plus difficiles de la session.

4.1.10 Jacinthe

Résumé

Jacinthe est confiante et confortable face aux problèmes qui lui semblent faciles, mais elle est moins confiante et plus anxieuse face aux problèmes qui lui semblent difficiles ou face aux problèmes qu'elle ne comprend pas. Après avoir résolu les problèmes et s'être parfois étonnée de la facilité de ceux-ci, elle a généralement confiance en sa solution et en sa démarche, confiance qui est aussi parfois influencée, à la fois positivement et négativement, par les discussions avec les amis. Les discussions avec les amis semblent aussi avoir une influence sur son idée de l'existence ou non d'autres méthodes de résolution et de d'autres solutions à certains problèmes de la session.

Jacinthe semble parfois se sous-estimer. D'ailleurs, même si elle affirme avoir confiance après la résolution de plusieurs problèmes, et même si elle trouve presque toujours

une solution valide, elle se dit « pas bonne » en résolution de problèmes. De plus, nous avons l'impression qu'elle est beaucoup plus persévérante qu'elle ne l'affirme puisqu'elle n'abandonne aucune résolution de problème pendant la session et qu'elle prend parfois une heure ou plus pour résoudre un problème. Or, elle affirme aux questionnaires diagnostic et final qu'elle laisse tomber un problème après y avoir travaillé 5 à 10 minutes.

Tout comme Jacinthe a confiance après avoir résolu plusieurs problèmes, mais non de façon générale, elle affirme avoir aimé plusieurs problèmes pendant la session, mais ne pas aimer la résolution de problèmes de façon générale. Elle caractérise les problèmes qu'elle a aimé résoudre de faciles ou amusants tandis qu'elle affirme que les problèmes qu'elle n'a pas aimés étaient difficiles ou mélangeants. De plus, les problèmes où elle exprime des sentiments « négatifs » lors de la résolution sont les problèmes qu'elle affirme ne pas avoir aimés et qui lui ont pris le plus de temps à résoudre. Ces problèmes font aussi partie des problèmes pour lesquels elle n'est pas en mesure de valider sa solution par elle-même. Parmi ces problèmes qu'elle n'a pas appréciés, nous retrouvons aussi les problèmes où elle n'a pas obtenu une solution valide parce qu'elle n'avait pas compris le problème.

Pour Jacinthe, la chance n'est pas importante, mais la mémorisation de l'énoncé du problème l'est puisque ça aide « à mieux comprendre le problème ». De plus, elle n'utilise pas les schémas aussi souvent qu'elle l'affirme aux questionnaires diagnostic et final et elle laisse entendre qu'elle vérifie souvent sa solution sans toutefois en laisser trace lors de la résolution. De surcroît, Jacinthe généralise correctement lorsqu'elle comprend le problème et elle va même jusqu'à donner une idée de la généralisation au problème des blocs, ce que très peu d'étudiants ont pensé faire. Jacinthe semble aussi faire une distinction entre le mot « problème » et l'expression « résolution de problèmes ». Un problème pour elle semble relié aux calculs numériques tandis que la résolution de problèmes semble être associée à l'utilisation d'un raisonnement logique.

Attitudes affectives

La confiance et les sentiments avant la résolution

Lorsque Jacinthe « ne comprend pas beaucoup » l'énoncé d'un problème (*Blocs*) ou lorsqu'elle a l'impression qu'un problème est « difficile » (*Fourmi, Pommes, Abeilles, Pythagore, Casino*), elle se sent « anxieuse » (*Fourmi, Blocs, Pythagore, Casino*), « douteuse » (*Pommes, Abeilles*) et elle a parfois « peur » de ne pas pouvoir résoudre le problème (*Pythagore*). Ces sentiments ressortent après la lecture d'environ la moitié des problèmes qui lui ont été présentés pendant la session et ils sont accompagnés de faibles niveaux de confiance. En effet, elle utilise les nombres 2 (*Fourmi*), 3 (*Blocs, Pommes, Pythagore*) et 4 (*Abeilles, Casino*) sur une échelle de 1 à 6 pour exprimer la confiance qu'elle a en ses habiletés à résoudre ces problèmes qui lui semblent difficiles ou qu'elle ne comprend pas. Le niveau de confiance 4 semble toutefois être le niveau qui divise vraiment les problèmes pour lesquels elle a confiance et les problèmes pour lesquels elle n'a pas confiance puisqu'elle l'utilise aussi pour exprimer la confiance qu'elle a en ses habiletés à résoudre un problème pour lequel elle se dit « confortable » puisqu'il « semble facile » (*Verres*). Jacinthe démontre aussi une certaine confiance après la lecture des énoncés de plusieurs problèmes puisqu'elle utilise le nombre 6 pour exprimer sa confiance et elle écrit explicitement être « confiante » (*Métiers, Âge, Échiquier*) ou « confortable » (*9 points, Balances, Magie, Les « 4 »*) face à ces problèmes tout en affirmant pour la majorité qu'ils semblent « faciles » (*Métiers, 9 points, Balances, Âge, Échiquier*).

La confiance après la résolution

Jacinthe semble en général plus confiante après la résolution d'un problème qu'avant. En effet, après la résolution de la majorité des problèmes, elle utilise les nombres 5 et 6 pour décrire la confiance qu'elle a en sa solution ainsi que celle qu'elle a en sa démarche. Lorsqu'elle justifie son choix d'un de ces échelons supérieurs pour la confiance qu'elle a en sa solution, elle explique que celle-ci « fait du sens » (*Pommes, Métiers, Âge*), qu'elle est « certaine » que sa solution est bonne (*Balances, Pythagore*), qu'elle a la même solution

qu'une amie (9 points) ou qu'elle trouve que sa solution « reflète » sa démarche (*Blocs*). Tandis que lorsqu'elle explique son choix des nombres 5 et 6 pour décrire la confiance qu'elle a en sa démarche, en plus d'utiliser les expressions « fait du sens » (*Blocs*) et « certaine » (*Balances*), elle justifie aussi en écrivant qu'elle pense que sa démarche est bonne (9 points, *Âge*), que sa démarche est la « meilleure » pour « ce genre de problème » (*Métiers*) ou que sa démarche doit être bonne puisqu'elle arrive à la solution voulue (*Pythagore*). En regardant ses justifications, nous avons l'impression que Jacinthe a vérifié sa solution à plusieurs problèmes puisqu'elle affirme souvent que sa solution « fait du sens ». Il semble aussi avoir un lien entre sa confiance et le fait qu'elle a vérifié sa solution. Or, comme nous le verrons plus loin, nous ne pouvons pas confirmer cette affirmation puisque, pendant la session, elle ne mentionne jamais avoir vérifié sa résolution, et ce, même si elle mentionne aux questionnaires diagnostic et final qu'elle vérifie toujours sa solution.

Même si, de façon générale, Jacinthe semble confiante après la résolution d'un problème, il y a tout de même quelques problèmes où elle doute de sa solution (*Abeilles*, *Fourmi*, *Casino*, *Magie*) et/ou de sa méthode (*Abeilles*, *Fourmi*, *Casino*, *Pommes*, *Magie*). Lorsqu'elle précise son utilisation des niveaux 2, 3 et 4 après la résolution d'un problème, elle explique qu'elle n'est pas certaine parce que la démarche qu'elle a utilisée ne fait pas référence à une « méthode apprise en classe » (*Pommes*) ou encore puisqu'elle n'a pas la même démarche ou la même solution que des collègues (*Abeilles*, *Fourmi*), ce qui nous laisse encore croire qu'elle a vérifié sa solution ou sa démarche avec ses amis.

La confiance pendant la résolution de problèmes et de façon générale

Même si Jacinthe exprime de la confiance avant et après plusieurs résolutions de problèmes, elle n'écrit pas beaucoup d'expressions qui démontrent une certaine confiance pendant la résolution. En effet, il n'y a que quelques problèmes au début de la session où elle exprime une certaine confiance en sa solution (*Blocs*), en sa méthode (*Pommes*) et en elle-même (9 points). De plus, elle affirme à la fois dans les questionnaires diagnostic et final qu'elle ne se considère « pas bonne » en résolution de problèmes, mais à la fin de la session, elle se pense tout de même meilleure qu'avant. C'est tout de même surprenant de voir

qu'elle n'a pas confiance en elle-même de façon générale puisqu'elle a souvent confiance en ses solutions et en ses méthodes. Nous pouvons donc conclure que Jacinthe a souvent confiance en elle-même de façon isolée, mais qu'elle n'est pas très confiante de façon générale.

De plus, Jacinthe semble se sous-estimer lorsqu'elle se dit « pas bonne » en résolution de problèmes puisque nous remarquons qu'elle a su résoudre correctement la grande majorité des problèmes seule.

L'appréciation de la résolution de problèmes

De façon générale, en plus de se considérer « pas bonne » en résolution de problèmes, Jacinthe n'aime pas la résolution de problèmes. En effet, au début de la session, elle affirme ne pas aimer résoudre des problèmes parce qu'elle « les trouve très difficiles » (*questionnaire diagnostic*) et, à la fin de la session, elle précise qu'elle n'aime toujours pas la résolution de problèmes parce qu'elle « trouve ça vraiment trop long à faire » (*questionnaire final*). Pourtant, il arrive souvent après la résolution d'un problème, qu'elle affirme avoir aimé celui-ci parce qu'il était « facile » (*Blocs, Pommes, Balances, Âge, Échiquier*), « amusant » (*9 points, Pythagore, Les « 4 »*) ou encore parce qu'il fallait qu'elle « pense et repenses » (*Métiers*). De plus, il n'y a que cinq problèmes dans la session qu'elle affirme ne pas avoir aimés, soit parce qu'ils étaient « trop mélangant » (*Abeilles*), « dure » (*Fourmi*), « vraiment difficile » (*Casino*) ou encore parce qu'elle a eu de la « difficulté à expliquer » son raisonnement (*Verres, Magie*). Est-ce qu'il est possible que pendant la session Jacinthe se prononce sur son appréciation d'un problème par rapport aux autres problèmes qu'elle a déjà eu à résoudre, mais qu'elle n'aime tout de même pas avoir à résoudre des problèmes? Ou peut-être que ses réponses au questionnaire final sont un peu biaisées parce que les problèmes qu'elle dit ne pas avoir aimés se retrouvent presque tous pendant la deuxième moitié de la session, qu'elle trouve le dernier problème de la session « vraiment difficile » et qu'elle termine la session avec un sentiment de frustration?

L'appréciation d'un problème immédiatement après sa résolution et l'appréciation d'un problème à la fin de la session

Lors que nous observons l'ordre dans lequel Jacinthe a placé les problèmes du plus aimé au moins aimé au questionnaire final, nous remarquons que son appréciation de certains problèmes semble avoir changé au cours de la session. Il y a d'ailleurs certains problèmes qu'elle affirme ne pas avoir aimés immédiatement après leur résolution qui se retrouvent parmi les problèmes les plus appréciés à la fin de la session (*Abeilles, Magie*). De même, il y a des problèmes que Jacinthe affirme avoir aimés immédiatement après leur résolution, qui se retrouvent parmi les problèmes les moins appréciés à la fin de la session (*Blocs, Pommes, 9 points, Échiquier*). Le problème de l'échiquier, qu'elle disait « facile » après sa résolution se situe dans les problèmes qu'elle a le moins appréciés à la fin de la session. Nous avons l'impression que la correction lui a permis de constater qu'elle avait mal interprété le problème, ce qui, selon nous, a joué un rôle dans ce changement d'attitude. Est-ce que la correction en salle de classe a aussi eu une influence sur son appréciation des problèmes qu'elle n'avait pas aimés immédiatement après la résolution? Nous avons l'impression que oui puisque les problèmes de la généalogie des abeilles et du truc de magie font maintenant partie des problèmes les plus appréciés de la session. Jacinthe affirme ne pas avoir aimé ces problèmes directement après leur résolution et elle dit ne pas avoir confiance en ses solutions ni en ses méthodes de résolution pour ces problèmes. Elle a peut-être réalisé pendant la correction qu'elle avait bien résolu ces problèmes et peut-être que ça lui a permis d'apprécier ces problèmes davantage.

L'ordre de difficulté des problèmes et l'ordre d'appréciation

Il y a un lien assez étroit entre les ordres que Jacinthe attribue aux problèmes à la fin de la session, soit celle d'appréciation et celle de difficulté. D'ailleurs, presque tous les problèmes appréciés sont les problèmes qu'elle perçoit comme les plus faciles de la session (*Métiers, Balances, Âge, Pythagore, Magie, Les « 4 »*) tandis que les problèmes qu'elle a moins appréciés sont perçus comme les problèmes les plus difficiles de la session (*Blocs, Pommes, Fourmi, Verres, Échiquier*). En effet, il n'y a que le problème des abeilles qui fait

partie des problèmes les plus appréciés mais des plus difficiles de la session et le problème des 9 points qui fait partie des problèmes les moins difficiles mais aussi des moins appréciés.

Les autres sentiments exprimés

Pendant la résolution de problèmes, Jacinthe semble étonnée par la facilité de certains problèmes (*Métiers, Balances, Âge, Pythagore*), et ce, à la fois lorsqu'elle avait confiance en ses habiletés à résoudre le problème et lorsqu'elle avait moins confiance en ses habiletés. Elle s'étonne aussi lorsqu'elle trouve certaines solutions (*Blocs, Pommes*) et lorsqu'elle trouve effectivement 49 en faisant les calculs proposés au problème de magie. Jacinthe est aussi souvent contente d'avoir trouvé une solution à certains problèmes (*Blocs, Métiers, Pommes, 9 points, Balances*), d'avoir eu de l'aide au problème de la fourmi et d'avoir tout simplement terminé d'autres problèmes (*Blocs, Pythagore*). De plus, nous remarquons que l'étonnement et la fierté sont souvent exprimés dans les mêmes problèmes (*Blocs, Métiers, Pommes, Balances, Pythagore*).

Même si Jacinthe est étonnée et fière lors de la résolution de plusieurs problèmes de la session, il y a aussi quelques problèmes où elle semble exprimer un doute face à sa méthode (*Blocs, Abeilles*) et face à sa solution (*Abeilles*). En effet, elle affirme au problème des blocs qu'elle est « douteuse » sans toutefois préciser davantage et, au problème des abeilles, elle écrit que la solution qu'elle a trouvée « est peut-être la solution » mais qu'elle en doute. En plus du doute, nous ressentons aussi de la frustration dans deux des problèmes résolus par Jacinthe, plus précisément dans les expressions « Grr je n'aime pas jouer à essayer-erreur » (*Métiers*) et « Je me sens frustré de ne pas réussir à le comprendre » (*Casino*). Le découragement semble lui aussi faire surface dans l'utilisation des visages tristes (☹), c'est-à-dire lorsqu'elle ne peut pas trouver le nombre 10 au problème des « 4 » et lorsqu'elle ne comprend pas le problème du *Casino*. La crainte (*Blocs*), l'impuissance (*Magie*) et la confusion (*Fourmi, Abeilles*) semble aussi être ressentis par Jacinthe de façon plus isolée pendant la session. En effet, elle écrit explicitement qu'elle est « craintive » au premier problème de la session (*Blocs*) mais elle ne précise pas davantage; après avoir vérifié que le calcul demandé donne effectivement 49 au problème de magie, elle écrit « [...] mais

comment expliquer cela? » et elle semble confuse aux problèmes de la fourmi et des abeilles puisqu'elle ne sait pas par où commencer pour résoudre le premier problème et le deuxième « est trop mélangant ».

La persévérance

Dans le questionnaire diagnostique, Jacinthe affirme laisser tomber un problème après y avoir travaillé « 5 à 10 minutes », ce qu'elle affirme d'ailleurs encore au questionnaire final. Pourtant, toujours au questionnaire final, elle coche qu'elle laisse tomber un problème « beaucoup moins » vite qu'avant. De plus, lorsque nous observons ses résolutions de problèmes, même s'il y a certains problèmes pour lesquels elle affirme avoir travaillé 5 à 10 minutes, nous avons l'impression qu'elle est plus persévérante qu'elle ne le laisse entendre aux questionnaires diagnostique et final puisqu'elle affirme avoir travaillé plus de 10 minutes sur la majorité des problèmes (*Blocs, Métiers, Pommes, 9 points, Abeilles, Fourmi, Pythagore, Magie, Les « 4 », Casino*). Parmi ces problèmes, il y en a même quelques-uns où elle écrit avoir travaillé une heure ou plus (*Pommes, Fourmi, Casino*) et elle tente une solution à chaque problème, même celui qu'elle affirme ne pas comprendre (*Casino*), problème qu'elle écrit d'ailleurs avoir passé 3 heures à résoudre. Bref, nous avons l'impression que Jacinthe se sous-estime en affirmant qu'elle ne travaille que 5 à 10 minutes sur un problème avant de laisser tomber.

Les sentiments exprimés pendant la résolution, l'appréciation d'un problème, le temps de résolution et la confiance en sa démarche et en sa solution

Regardons plus attentivement les problèmes où Jacinthe exprime des sentiments « négatifs » lors de la résolution, c'est-à-dire où elle exprime du doute (*Blocs, Abeilles*), de la confusion (*Fourmi, Casino*), de l'impuissance (*Magie*) ou du découragement (*Les « 4 », Casino*). Nous remarquons que la grande majorité de ces problèmes sont des problèmes qui lui ont pris 30 minutes ou plus à résoudre (*Abeilles, Fourmi, Magie, Les « 4 », Casino*), et les problèmes où elle a moins confiance en sa démarche et en sa solution après la résolution (*Pommes, Abeilles, Fourmi, Magie, Casino*). De plus, elle affirme immédiatement après la

résolution de la majorité de ces problèmes de ne pas avoir aimé ces derniers (*Abeilles, Fourmi, Magie, Casino*). D'ailleurs, ces problèmes sont presque les seuls qu'elle n'a pas aimé résoudre puisqu'il y a seulement le problème des verres qu'elle affirme ne pas avoir aimé et pour lequel elle n'a pas exprimé de sentiments « négatifs » lors de la résolution. Il semble donc y avoir un lien entre l'expression de sentiments « négatifs », le temps de résolution, la confiance en sa solution et en sa méthode ainsi que l'appréciation d'un problème, c'est-à-dire que Jacinthe a moins confiance et apprécie moins les problèmes qui lui ont pris plus de temps à résoudre et auxquels elle a exprimé des sentiments « négatifs ».

Attitudes cognitives

L'utilisation de schémas

Jacinthe affirme au début de la session qu'elle utilise des schémas « souvent » puisqu'ils aident à sa compréhension et, même si elle affirme utiliser des schémas « moins » souvent qu'avant, elle coche encore qu'elle utilise « souvent » des schémas à la fin de la session parce qu'elle « comprends mieux avec des tableaux ». Nous n'avons toutefois pas l'impression que Jacinthe utilise des schémas aussi souvent qu'elle l'affirme puisqu'elle n'utilise des schémas que dans six résolutions de problèmes pendant la session (*Blocs, Métiers, 9 points, Abeilles, Pythagore, Verres*). De plus, parmi ces problèmes, il y a ceux des 9 points et du théorème de Pythagore qui imposent l'utilisation de schémas dans leurs énoncés, le problème des verres qui encourage l'utilisation d'un schéma pour le verre manquant et le problème et le problème des métiers pour lequel l'utilisation de schémas peut avoir été influencée par le fait que des problèmes similaires ont possiblement été résolus à l'école en utilisant des tableaux.

La vérification de sa solution

Jacinthe coche dans les questionnaires diagnostic et final qu'elle vérifie « toujours » sa solution pour « s'assurer de ne pas avoir d'erreurs » (*questionnaire final, idée similaire au questionnaire diagnostic*). Or, elle n'affirme presque jamais avoir vérifié sa solution pendant

la session puisqu'elle mentionne explicitement avoir vérifié une seule résolution, soit celle du problème des pommes. Cependant, comme nous l'avons mentionné plutôt, plusieurs réponses que Jacinthe donne aux questions concernant sa confiance en sa solution (*Métiers, Pommes, 9 points, Abeilles, Fourmi, Âge*) et en sa démarche (*Blocs, Abeilles*) ainsi que certaines de ces réponses concernant le nombre de méthodes (*Blocs, 9 points*) et le nombre de solutions (*Métiers*) possibles laissent croire qu'elle a vérifié sa solution. Cette vérification semble avoir été faite soit en regardant à nouveau sa résolution (*Blocs, Métiers, Pommes, Âge*) ou en comparant avec des amies (*Blocs, Métiers, 9 points, Abeilles, Fourmi*). De plus, nous remarquons que ces pistes de vérification se retrouvent seulement dans les problèmes qui lui ont été présentés au début de la session, jusqu'à environ la mi-session. Il se peut toutefois que Jacinthe ait vérifié sa solution et sa méthode pour les problèmes à partir de la mi-session en révisant ou en comparant avec ses amies sans le mentionner dans le questionnaire accompagnant les problèmes écrits.

Le niveau de difficulté accordé à l'énoncé et à la compréhension du problème

La perception de Jacinthe par rapport au niveau de difficulté de compréhension d'un énoncé semble avoir bougé un peu puisqu'au début de la session elle coche que la compréhension de l'énoncé est « l'aspect le plus difficile » (*questionnaire diagnostic*) de la résolution de problèmes tandis qu'à la fin de la session elle affirme que c'est « l'un des aspects les plus difficiles, mais pas LE plus difficile » (*questionnaire final*). Elle semble aussi consciente de ce changement puisqu'elle affirme, toujours au questionnaire final, qu'elle pense « moins » qu'avant que la compréhension de l'énoncé d'un problème est l'aspect le plus difficile de la résolution. Or, en regardant ses résolutions de problèmes, nous avons l'impression qu'elle n'a pas souvent de la difficulté à comprendre l'énoncé du problème, mais qu'elle a plus de difficulté à comprendre le problème lui-même. D'ailleurs, il n'y a que pour le problème des blocs qu'elle affirme ne pas trop comprendre suite à la lecture de l'énoncé.

Même si elle ne semble pas avoir de la difficulté avec la compréhension de l'énoncé, elle semble tout de même ne pas avoir compris les problèmes de la fourmi, de l'échiquier et

du casino puisqu'elle n'arrive pas à résoudre correctement ceux-ci. En effet, elle trouve que la fourmi se rendra au bout de l'élastique en 4 minutes puisqu'elle suppose que lorsque l'élastique est étiré de 12 cm, cela avance la fourmi de 12 cm aussi. Elle trouve aussi qu'il y a 64 carrés dans un échiquier puisqu'elle ne compte que les carrés 1 par 1 et elle n'arrive pas non plus à comprendre comment trouver les chances que le joueur a à gagner au jeu du double 6 en 24 lancers. Les problèmes qu'elle n'a pas bien compris sont aussi les problèmes où elle n'a pas obtenu une solution valide et, comme mentionnés plutôt, sont les problèmes les moins appréciés par Jacinthe à la fin de la session.

L'importance de la chance

Même si Jacinthe se dit « pas bonne » en résolution de problème, elle ne semble pas se fier à la chance. En effet, elle affirme à la fois au questionnaire diagnostic et au questionnaire final que la chance est « inutile » pour elle en résolution de problème et elle ne semble pas avoir recours à la chance pendant la session.

L'importance de la mémorisation

Alors que Jacinthe ne se fie pas à la chance, il semble que la mémorisation soit importante pour cette étudiante. D'ailleurs, dans le questionnaire final, Jacinthe coche qu'elle est « tout à fait d'accord » avec le fait que la mémorisation peut aider en résolution de problème ce qui, selon elle est « autant » qu'elle pensait au début de la session. Or, au début de la session, elle a coché qu'elle était « plutôt d'accord » avec le même énoncé. D'une façon ou d'une autre, la mémorisation semble importante pour Jacinthe, mais elle ne semble pas définir ce terme de la même façon que nous le faisons. En effet, elle explique que la mémorisation peut l'aider en résolution de problèmes parce qu'elle peut se « rappeler de l'énoncé » (*questionnaire diagnostic*) et parce que ça l'aide « à mieux comprendre le problème » (*questionnaire final*). Nous avons donc l'impression que c'est la mémorisation de l'énoncé qui semble importante pour Jacinthe et pas nécessairement la mémorisation de formules ou de notes de cours.

L'importance d'obtenir une bonne solution

Jacinthe semble changer d'avis par rapport à l'importance d'obtenir une solution valide au cours de la session. Au début de la session, Jacinthe est « tout à fait en désaccord » avec le fait que la bonne solution est l'aspect le plus important en résolution de problème « parce que l'aspect le plus important est de comprendre le problème » (*questionnaire diagnostic*). Or, à la fin de la session, elle est « plutôt d'accord » avec le même énoncé puisqu'elle « essaie toujours de trouver la bonne réponse » et ce, même si elle n'a pas « la bonne méthode » (*questionnaire final*). Elle précise d'ailleurs qu'elle pense « beaucoup plus » qu'avant que l'importance en résolution de problème est d'arriver à la bonne réponse (*tableau à la fin du questionnaire final*).

Cette importance qu'accorde Jacinthe à l'obtention d'une solution valide ne se reflète pas beaucoup dans ses résolutions de problèmes puisqu'elle ne précise pas souvent avoir vérifié sa solution, mais sa persévérance à certains problèmes démontre tout de même que Jacinthe aime obtenir une solution à un problème qui lui est donné. De plus, le fait qu'elle place les problèmes pour lesquels elle a présenté une solution invalide parmi les problèmes qu'elle a le moins appréciés de la session pourrait aussi refléter l'importance qu'elle accorde à l'obtention d'une solution valide.

L'existence ou non d'autres solutions

L'attitude de Jacinthe en ce qui a trait au nombre de solutions qu'un problème admet semble aussi avoir changé au cours de la session. Au début de la session, elle affirme être « tout à fait d'accord » avec le fait qu'un problème n'admet toujours qu'une seule solution (*questionnaire diagnostic*) tandis qu'à la fin de la session, elle répond qu'elle est « plutôt en désaccord » avec cet énoncé puisque « ça dépend du problème ». Elle ne semble toutefois pas consciente de ce changement puisqu'elle affirme dans le questionnaire final être « autant » d'accord avec le fait qu'un problème admet toujours une seule bonne solution qu'elle l'était avant l'expérimentation. De plus, à la suite d'une résolution de problème, elle répond presque toujours qu'elle pense qu'il n'y a pas d'autre solution que la sienne. En effet,

il n'y a que deux problèmes où elle affirme qu'il pourrait y avoir plus d'une solution puisque les gens peuvent comprendre le problème de différentes façons (*Métiers*) ou avoir différents points de départ (*9 points*). Au questionnaire final, elle ajoute aussi que « le problème de Pythagore avait plusieurs solutions de démonstration » (*questionnaire final*), ce qu'elle affirme aussi pendant la session lorsqu'elle est questionnée sur le nombre de méthodes de résolution du problème et non sur le nombre de solutions que le problème pourrait admettre. Son idée de ce qu'est une méthode de résolution et ce qui est une solution semble donc aussi changer au cours de la session, du moins en ce qui concerne les méthodes de résolution et les solutions au problème du théorème de Pythagore.

L'existence ou non d'autres méthodes de résolution

À la fois au début et à la fin de la session, Jacinthe affirme qu'il est toujours possible de trouver plusieurs méthodes de résolution à un problème (tout à fait d'accord) et, selon elle, cette idée est encore plus forte à la fin de la session puisqu'elle a coché au questionnaire final qu'elle était « beaucoup plus » d'accord avec cette idée qu'elle ne l'était au début de la session. Nous remarquons d'ailleurs que la majorité de ses réflexions après les résolutions de problèmes concordent avec cette affirmation. En effet, pendant la session, il n'y a que quatre problèmes pour lesquels elle pense qu'il n'y a qu'une seule méthode de résolution (*Métiers*, *Balances*, *Verres*, *Magie*). Or, elle n'a pas raison de dire que ces problèmes ne se résolvent que d'une façon et elle n'a pas non plus raison de dire que le problème des 9 points et le problème des « 4 » se résolvent de plusieurs façons puisqu'il n'y a que l'essai erreur qui permet de trouver les solutions à ces problèmes. De plus, certaines de ces justifications aux problèmes où elle a raison de dire qu'il y a plus d'une façon de résoudre le problème sont basées sur l'idée que les gens ne voient pas tous un problème de la même façon (*Abeilles*, *Fourmi*, *Âge*, *Casino*). Par exemple, au problème des abeilles, elle écrit qu'elle pense qu'il y a plus d'une façon de résoudre le problème « car on ne voit pas tous le problème de la même façon ».

La confusion entre les mots « solution » et « méthode »

En regardant plus attentivement les justifications qui accompagnent ses réponses aux questions concernant le nombre de solutions et le nombre de méthodes, il nous semble que Jacinthe n'a pas la même définition de « solution » et de « méthode » que nous avons en tête et qu'elle mélange parfois ces deux termes. D'ailleurs, elle semble considérer de petites subtilités comme étant des chemins différents pour se rendre à une solution. Par exemple, au problème des 9 points, elle explique qu'il y a plus d'un chemin pour se rendre à une solution parce la figure trouvée pourrait être différente si le point de départ n'est pas le même, idée que nous retrouvons aussi dans sa justification du fait qu'il y a plusieurs solutions à ce problème. De plus, elle affirme au problème des « 4 » qu'il y a plusieurs méthodes de résolution « parce qu'il y a plusieurs possibilités », mais qu'il n'y a pas plusieurs solutions puisqu'« il faut trouver les nombres exactes ». Jacinthe justifie aussi parfois sa réponse aux questions portant sur le nombre de solutions et de méthodes de la même façon (*9 points, Balances, Verres*). Par exemple, au problème de la balances elle écrit « non, car chaque objets équivaut à un autre objet » à la fois comme réponse à la question concernant le nombre de solutions du problème et à celle concernant le nombre de méthodes de résolution.

L'importance de la généralisation

Jacinthe ne semble pas avoir de difficulté à généraliser puisqu'il n'y a que le problème de l'échiquier où elle n'arrive pas à généraliser correctement parce qu'elle ne semble pas avoir compris le problème, elle ne compte que les carrés 1 par 1. Elle généralise d'ailleurs lorsque demandé (*Pythagore, Magie*) et, elle semble faire une généralisation lorsque celle-ci peut l'aider à résoudre le problème, plus précisément au problème des abeilles. De plus, au problème des blocs, elle mentionne qu'elle pense que le reste sera toujours 9 blocs, peu importe le nombre de blocs initial, réflexion que très peu d'étudiants ont mentionnée. Elle ne précise toutefois pas davantage.

Attitudes sociales

Le travail et la discussion avec des collègues

Jacinthe affirme à la fois au début et à la fin de la session qu'elle aime discuter de sa solution et de sa démarche avec ses amis (tout à fait d'accord). Elle précise dans le questionnaire diagnostique qu'elle discute pour s'« assurer d'avoir bien compris le problème » tandis qu'à la fin de la session elle précise qu'elle discute avec ses amis pour comparer sa solution. En comparant ces deux commentaires, nous avons l'impression qu'à la fin de la session Jacinthe a moins besoin de discuter avec ses amis pour s'assurer qu'elle a compris le problème. Ainsi, elle semble avoir plus confiance en elle-même, du moins en ce qui concerne sa compréhension d'un problème.

Même si Jacinthe affirme aimer discuter avec ses collègues dès le début de la session, elle coche à la fin de la session qu'elle aime encore « beaucoup plus » discuter avec ses collègues. Or, en regardant ses résolutions de problèmes, nous remarquons qu'elle mentionne seulement ses amies à quelques problèmes au début de la session (*Blocs, Métiers, 9 points, Abeilles, Fourmi*). De plus, cette mention n'est presque jamais faite lors de la résolution de problèmes (*Fourmi*) mais plus souvent lorsqu'elle justifie ses choix de réponses aux questions portant sur sa confiance en sa démarche et en sa solution ainsi que les questions portant sur la possibilité d'avoir plus d'une solution ou d'une méthode de résolution (*Blocs, Métiers, 9 points, Abeilles*). De plus, il n'y a qu'un problème où elle mentionne avoir eu de l'aide (*Fourmi*), pourtant, elle affirme au questionnaire final qu'elle travaille « beaucoup plus » qu'avant avec un ami lorsqu'elle bloque en résolution de problème. Toutefois, comme nous l'avons mentionné plutôt, il se peut que Jacinthe discute ou travaille souvent avec des collègues, mais qu'elle ne le mentionne tout simplement pas.

La consultation de l'enseignante

En plus de ne pas faire référence souvent à ses collègues lors des résolutions de problèmes, elle ne mentionne jamais aller voir l'enseignante pour de l'aide. Elle affirme

d'ailleurs à la fin de la session qu'elle va voir l'enseignante « beaucoup moins » qu'avant lorsqu'elle bloque sur un problème. Pourtant, même au début de la session, elle ne semble pas aller voir l'enseignante souvent puisqu'elle n'a pas coché ce choix de réponse lorsque questionnée sur ce qu'elle fait lorsqu'elle bloque face à un problème.

Liens entre attitudes cognitives et sociales

L'appréciation, la confiance, la possibilité de valider sa solution, le temps de résolution et la validité de la solution

Pendant la session, il semble y avoir un certain lien entre l'appréciation que Jacinthe a d'un problème, sa confiance après la résolution de ce problème, la possibilité de vérifier sa solution ainsi que le temps pris à résoudre le problème. En effet, tous les problèmes qu'elle affirme ne pas avoir aimés immédiatement après leur résolution sont des problèmes dont la solution ne peut pas être vérifiée par l'étudiante (*Abeilles, Fourmi, Verres, Magie, Casino*). De plus, à l'exception du problème des verres, Jacinthe a moins confiance en sa solution et en sa méthode aux problèmes qu'elle n'a pas aimés qu'à ceux qu'elle a aimés et, toujours à l'exception du problème des verres, Jacinthe affirme avoir travaillé plus d'une demi-heure sur les problèmes qu'elle affirme par la suite ne pas aimer (*Abeilles, Fourmi, Magie, Casino*). D'un autre côté, il n'y a qu'un problème que Jacinthe affirme avoir aimé pour lequel elle affirme avoir travaillé plus de 30 minutes (*Pommes*). Il semble donc avoir un lien, à la fin de la session entre l'appréciation d'un problème et la confiance en sa solution et en sa méthode, le temps de résolution et la validation interne d'une solution.

À la fin de la session, les problèmes les moins appréciés par Jacinthe semblent être les problèmes pour lesquels la solution qu'elle a proposée n'était pas valide. En effet, les deux problèmes les moins appréciés de la session sont celui de la fourmi et celui de l'échiquier, deux des trois problèmes où sa solution proposée n'était pas valide, suivi du problème des blocs, problème où la justification de la solution qu'elle propose n'était pas complète. Le seul autre problème de la session où sa solution n'était pas valide est le

problème du casino, problème où elle ne se prononce pas sur son appréciation à la fin de la session puisqu'elle ne l'avait pas encore résolu lors de la passation du questionnaire final.

La confiance après la résolution et la consultation de collègues

La confiance que Jacinthe a en sa solution ou en sa méthode semble être influencée par le fait qu'elle a ou non la même solution ou la même démarche que ses amies. En effet, au problème des abeilles, ses amies n'ont pas la même méthode qu'elle ni la même solution et elle utilise les niveaux de confiance 2 et 3 pour décrire respectivement la confiance qu'elle a en sa démarche et en sa solution. De même, lorsque des collègues lui ont dit que la fourmi ne se rendrait pas au bout de l'élastique et qu'elle a trouvé le contraire, elle a utilisé le nombre 3 pour décrire sa confiance, à la fois en sa solution et en sa démarche. De plus, lorsque ses amies ont la même solution qu'elle, elle est très confiante (*9 points*), tout comme elle est confiante en sa solution et en sa méthode à plusieurs problèmes où elle ne mentionne pas ses amies. Il y a aussi un problème où elle explique qu'une de ses amies n'a pas la même solution qu'elle puisqu'elles n'ont pas compris le problème de la même façon (*Métiers*), mais elle a tout de même très confiance en sa solution et en sa démarche.

Les discussions avec des collègues et le nombre de solutions et de méthodes de résolution

En plus d'influencer son niveau de confiance, les discussions que Jacinthe a eues avec ses amies semblent avoir influencé un peu ses réponses aux questions portant sur le nombre de solutions et sur le nombre de méthodes de résolution possibles. En effet, au début de la session, elle fait référence à quelques reprises aux méthodes ou aux solutions de collègues lorsqu'elle justifie son affirmation qu'il y a plusieurs solutions (*Métiers*, *9 points*) ou méthodes (*Blocs*) possibles.

4.1.11 Katia

Résumé

Après la première lecture d'un énoncé, Katia semble souvent confortable et en confiance face au problème s'il ressemble à un problème qu'elle a déjà résolu, mais elle semble moins confiante et moins confortable avec les problèmes qu'elle n'a jamais vus, surtout les problèmes qui nécessitent une généralisation. De plus, après la résolution d'un problème, Katia se prononce presque toujours correctement sur la validité ou non de sa solution et elle affirme avoir aimé résoudre les problèmes où sa solution est valide tandis qu'elle se dit souvent frustrée face aux problèmes où la solution qu'elle a trouvée n'est pas valide, problèmes qu'elle n'a d'ailleurs pas aimé résoudre et qu'elle classe parmi les plus difficiles de la session.

Katia est une fille très expressive. D'ailleurs, les justifications des niveaux de confiance qu'elle utilise pour exprimer la confiance qu'elle a en sa solution et en sa démarche sont souvent accompagnées d'expressions telles que « jme sens pro!! », « sa ROCK », « c'est excellent » ou encore « It's the best! » quand elle a confiance tandis qu'elle écrit qu'elle « suce » et que sa démarche est « pourite » en plus d'inventer de nouveaux niveaux de confiance : « -10000 », « -10000000 » lorsqu'elle n'a pas confiance en sa solution ou en sa démarche.

Pendant la session, Katia perçoit certains changements d'attitudes chez elle, tels qu'une plus grande utilisation de schémas puisqu'elle a réalisé qu'elle est « très visuelle ». Or, il semble y avoir d'autres changements d'attitudes chez elle qu'elle ne perçoit pas, tels qu'une vérification de solutions moins fréquente qu'elle ne l'affirmait au questionnaire diagnostic et l'abandon de quelques problèmes, ce qu'elle affirmait au début de la session ne jamais faire.

Attitudes affectives

La confiance en soi

Katia semble avoir plus confiance en elle-même à la fin de la session qu'au début de celle-ci puisqu'au questionnaire final elle affirme qu'elle se considère comme « très bonne » en résolution de problème tandis qu'au questionnaire diagnostique, elle se disait « assez bonne », ce qui est une différence de deux échelons. Or, elle ne semble pas consciente de ce changement puisqu'à la fin du questionnaire final elle affirme être « autant » bonne qu'au début de la session.

De plus, lors de la résolution de la majorité des problèmes qui lui ont été présentés pendant la session, Katia semble avoir confiance en ses habiletés en résolution de problèmes, ainsi qu'en ses démarches et ses solutions. D'ailleurs, il n'y a que deux problèmes (*9 points*, *Abeilles*) où elle n'utilise pas un nombre supérieur ou égal à 4 pour décrire la confiance qu'elle a en ses habiletés avant la résolution, et il n'y a que quelques problèmes où elle n'utilise pas le 6 pour décrire la confiance qu'elle a en sa démarche (*Magie*, *Pommes*, *9 points*, *Les « 4 »*) et en sa solution (*Magie*, *Pommes*, *9 points*, *Âge*, *Les « 4 »*, *Abeilles*) après la résolution.

La confiance et les sentiments avant la résolution

Lorsque Katia utilise le niveau de confiance 6, elle dit avoir « hâte » de résoudre le problème ou encore se sentir bien face à celui-ci (*Blocs*, *Métiers*, *Fourmi*, *Les « 4 »*). Ces sentiments sont aussi parfois exprimés lorsqu'elle utilise les nombres 4 et 5 pour décrire sa confiance (*Balances*, *Pommes*). Ces derniers niveaux de confiance sont aussi parfois associés aux sentiments de malaise (*Âge*, *Verres*), de confusion (*Échiquier*) ou de ce que Katia appelle se sentir « so, so » (*Magie*, *Casino*) tout en étant aussi utilisé lorsqu'elle ne sait pas comment elle se sent face au problème (*Pythagore*). Enfin, lorsque Katia utilise un niveau de confiance inférieur à 4, soit le niveau 3, elle exprime de la curiosité (*9 points*) ou de la confusion (*Abeilles*) après avoir lu le problème en question.

La confiance avant la résolution et la compréhension d'un problème

Lorsqu'elle ne comprend pas un problème (*Abeilles, Âge, Verres, Échiquier*), Katia se sent « mal » et « mêlée » et elle affirme souvent avoir à lire l'énoncé à plusieurs reprises (*Abeilles, Âge, Verres*). Elle semble toutefois avoir confiance en ses habiletés à résoudre environ la moitié de ces problèmes qui lui sont difficiles à comprendre puisqu'elle affirme qu'elle pense qu'elle pourra les résoudre (*Verres, Échiquier*).

La confiance avant la résolution et la méthode de résolution anticipée

Katia semble aussi avoir confiance en ses habiletés lorsqu'à première vue elle ne sait pas comment elle va s'y prendre pour résoudre un problème. D'ailleurs, elle affirme à chacun des problèmes avec lesquels elle ne sait pas comment s'y prendre qu'elle pense pouvoir tout de même le résoudre (*Balances, Échiquier, Casino, Magie, Verres*), et ce, même si elle pense que cela prendra du temps (*Verres*). Il y a toutefois quelques-uns de ces problèmes où elle semble avoir un certain doute en ses habiletés puisqu'elle ajoute, après avoir écrit qu'elle pense pouvoir y arriver, qu'elle « espère » pouvoir le faire (*Balances, Casino*). Enfin, il n'y a qu'un seul problème où Katia précise qu'elle ne sait pas si elle pourra le résoudre (*9 points*) et un problème où elle écrit qu'elle pense pouvoir le résoudre « seulement avec de l'aide » (*Pythagore*).

La confiance avant la résolution et la familiarité avec un problème

À l'exception du problème des blocs, tous les problèmes où Katia se sent « bien » (*Balances, Blocs, Fourmi, Les « 4 »*), a « hâte » de commencer la résolution (*Pommes, Métiers*) et est « excitée » (*Fourmi*) sont des problèmes qu'elle a déjà résolus. Elle justifie alors ses sentiments de bien-être et d'empressement en écrivant qu'elle « aime ce type de problème » (*Métiers*), qu'elle est « très confiante! :) » (*Fourmi*) et que si elle a déjà pu résoudre ce problème, elle peut encore le faire (*Les « 4 »*).

Or, la familiarité avec un problème n'implique pas nécessairement de la confiance. D'ailleurs, pour quelques problèmes, elle affirme en avoir résolu des similaires mais elle écrit que le problème en question ne sera « pas trop facile » et qu'elle devra « quand même penser à comment » le résoudre (*Pommes*) ou encore qu'elle « espère » qu'elle pourra le résoudre : « Bien, je penses que je pourrai le résoudre. J'espère anyways ! ☺ » (*Balances*).

De façon générale, Katia semble tout de même se sentir moins bien devant les problèmes qui ne ressemblent à aucun problème résolu précédemment. D'ailleurs, il n'y a que quelques « nouveaux » problèmes où elle ne semble pas se sentir mal après la lecture de l'énoncé, soit le problème des blocs où elle affirme se sentir « bien », le problème des 9 points où elle est « intriguée » et le problème du casino où elle dit se sentir « so, so ».

La confiance en soi et l'expression d'émotions

Katia semble exprimer des émotions lorsqu'elle a très confiance en sa méthode et en sa solution, tout comme lorsqu'elle n'a vraiment pas confiance en celles-ci. D'ailleurs, lors de l'utilisation du 6 pour exprimer sa confiance en sa méthode, Katia ajoute des expressions comme « It's the best!! », (*Balances*), « ma démarche ROCK! » (*Fourmi, Verres*) et « elle est excellente! » (*Abeilles*). De même, au problème du truc de magie, elle invente de nouveaux niveaux de confiance, soit « - 10 000 » et « - 10 000 000 » pour la confiance qu'elle a respectivement en sa démarche et en sa solution. Elle affirme aussi à ce problème qu'elle « suce » (*Magie*) et que sa démarche est « pourite », ce qui explique, selon elle, qu'elle n'ait pas trouvé de solution.

Nous retrouvons aussi des émotions au problème des « 4 », puisqu'après avoir choisi le niveau de confiance 4 pour exprimer à la fois la confiance qu'elle a en sa démarche et celle qu'elle a en sa solution et après avoir expliqué que sa démarche est bonne, elle écrit que sa méthode n'est « obviously pas assez bonne pour trouver le 7 et le 10 » et que même si ses réponses « sont bonne », elle est frustrée puisqu'elle n'a pas réussi à trouver des solutions pour les nombres 7 et 10.

La confiance en solution et la véracité de la solution

Même si, à la fin de la session, Katia se considère comme « très bonne » en résolution de problèmes et qu'elle semble avoir souvent confiance en elle-même avant et après la résolution d'un problème, il y a quand même plusieurs problèmes pendant la session pour lesquels elle ne trouve pas de solution ou encore plusieurs dont la solution trouvée n'est pas valide (*Pommes, 9 points, Fourmi, Âge, Échiquier, Magie*). Lorsqu'elle présente une solution invalide, elle est presque toujours consciente de l'invalidité de celle-ci (*Pommes, 9 points, Âge, Magie*), ce qu'elle exprime en utilisant des niveaux de confiance moins élevés que ceux qu'elle utilise aux autres problèmes. De plus, elle affirme souvent après la résolution de ces problèmes, plus précisément à la question portant sur l'appréciation d'un problème, que la solution qu'elle a trouvée n'est pas bonne ou qu'elle n'a tout simplement pas trouvé de solution. Il n'y a d'ailleurs qu'au problème de la fourmi et à la première partie du problème de l'échiquier qu'elle pense avoir trouvé des solutions valides alors que ce n'est pas le cas.

L'appréciation d'un problème

Katia affirme à la fois au début et à la fin de la session qu'elle aime la résolution de problèmes parce qu'elle aime les choses qui « stimule » son cerveau, mais qu'elle se frustre lorsqu'elle n'arrive pas à résoudre un problème. Elle précise même au questionnaire diagnostic qu'elle ressent de la frustration après avoir travaillé sur un problème 2 ou 3 minutes. Elle ajoute aussi au début de la session qu'elle aime travailler avec des chiffres et, à la fin de la session, elle précise qu'elle a aimé l'activité de résolution de problèmes parce que ça lui rappelle son « jeune temps ». De plus, elle perçoit son appréciation pour la résolution de problèmes comme étant plus grande à la fin de la session qu'au début de celle-ci.

Pourtant, pendant la session, Katia n'a pas apprécié tous les problèmes qui lui ont été présentés. D'ailleurs, en se fiant à ses réponses aux questionnaires accompagnant chaque problème, Katia a aimé résoudre environ un problème sur deux (*Blocs, Métiers, Abeilles, Balances, Fourmi, Verres, 1re partie de l'Échiquier, une partie des « 4 », Casino*). Plus

précisément, elle n'aime pas les problèmes auxquels elle ne trouve pas de solution (*9 points, 2^e partie de l'Échiquier, Magie, le 7 et le 10 des « 4 »*), ceux qu'elle ne comprend pas (*Pythagore*) ou encore ceux où elle est consciente que la solution qu'elle propose n'est pas valide (*Pommes, Âge*). Quant aux problèmes qu'elle apprécie, elle justifie cette appréciation de différentes façons : le problème était un « challenge » (*Abeilles, Balances, Verres*), il était facile (*Blocs, Fourmi*), elle a pu lui trouver une solution (*Échiquier*), il lui rappelait les problèmes qu'elle faisait à l'école (*Métiers*), elle a pu utiliser les notions apprises dans le cours (*Blocs*), il était « tuff » et il fallait le résoudre par essais-erreurs (*Les « 4 »*). Elle précise toutefois à quelques reprises que même si un problème était « challenging » et même si elle a aimé le résoudre, il était un peu mélangeant ou difficile à comprendre (*Abeilles, Balances*).

Nous avons l'impression que Katia aime les problèmes qu'elle arrive à résoudre et où elle a confiance en sa solution. D'ailleurs, même si elle mentionne qu'elle a apprécié certains problèmes parce qu'ils étaient « challenging » (*Abeilles, Balances, Verres*), nous avons plutôt l'impression qu'elle a apprécié le fait qu'elle ait résolu ces problèmes « challenging ». En effet, il y a d'autres problèmes dans la session qui semblent avoir été des défis pour elle, mais qu'elle affirme ne pas avoir appréciés parce qu'elle ne leur a pas trouvé de solutions valides (*Pommes, 9 points, Âge, Magie*). Dans son explication de son appréciation du problème des « 4 », nous retrouvons aussi l'idée d'apprécier un défi lorsqu'elle peut le résoudre et de ne pas l'apprécier lorsqu'elle n'arrive pas à le résoudre puisque lorsque demandée si elle a aimé ce problème, elle a écrit : « Oui et non, Oui car c'était tuff et j'ai aimé le faire essai erreur. Non, parce que je n'ai pas été capable de trouver le 7 et le 10. ».

L'appréciation d'un problème et le temps de résolution

Nous remarquons qu'à chacun des problèmes où Katia écrit avoir travaillé plus de 20 minutes, elle affirme ne pas avoir apprécié le problème (*Pommes, 9 points, Magie*) ou encore l'avoir apprécié que partiellement (*Échiquier, Les « 4 »*). Elle justifie aussi son manque d'appréciation face à ces problèmes en écrivant qu'elle n'a pas réussi à trouver une solution ou qu'elle ne sait pas si celle qu'elle a trouvée est bonne.

Or, nous ne pouvons pas dire que le temps consacré à la résolution détermine l'appréciation que Katia a d'un problème puisqu'elle affirme aussi ne pas avoir apprécié des problèmes qui lui ont pris moins de 20 minutes à résoudre, et ce, parce qu'elle ne sait pas si sa solution est valide (*Âge*) ou encore parce qu'elle ne comprend pas la solution proposée par son amie (*Pythagore*).

L'appréciation d'un problème immédiatement après sa résolution et à la fin de la session

L'appréciation immédiate que Katia a d'un problème et son appréciation de ce problème à la fin de la session semblent similaires. D'ailleurs, au questionnaire final, Katia place aux premiers rangs d'appréciation les problèmes qu'elle affirmait avoir appréciés immédiatement après leur résolution tandis qu'elle place aux derniers rangs d'appréciation les problèmes qu'elle affirmait ne pas avoir aimés immédiatement après leur résolution. Il n'y a qu'un problème qui ne concorde pas avec cette observation, soit celui de l'âge de l'homme, problème que Katia n'a pas apprécié pendant la session puisqu'elle n'avait pas confiance en sa solution (avec raison), mais elle le place parmi les problèmes les plus appréciés à la fin de la session.

Même si l'une des raisons pour lesquelles Katia affirme ne pas avoir aimé résoudre certains problèmes pendant la session est la non-validité de ses solutions, elle place quand même à la fin de la session, un problème dont la solution était invalide parmi les problèmes les plus appréciés (*Fourmi*). Il faut dire qu'elle ne s'en était pas rendu compte lors de la résolution. La correction en salle de classe ne semble donc pas avoir une grande influence sur l'appréciation que Katia a d'un problème puisqu'à la fin de la session elle semble accorder une plus grande importance à son impression de la validité de sa solution plutôt qu'à la validité de sa solution elle-même.

Le niveau de difficulté et l'appréciation d'un problème

À la fin de la session, il semble y avoir un lien entre le niveau de difficulté d'un problème tel que perçu par Katia et son appréciation de celui-ci. En effet, les problèmes qu'elle perçoit comme les plus difficiles à la fin de la session font partie des problèmes qu'elle n'a pas aimé résoudre (*9 points, Âge, Pythagore, Magie, Les « 4 »*) et les problèmes qu'elle trouve les moins difficiles à la fin de la session sont ceux qu'elle a aimé résoudre (*Blocs, Métiers, Fourmi, Verres, Échiquier*).

Les autres sentiments exprimés et l'appréciation d'un problème

Lors de la résolution de problèmes qu'elle affirme avoir aimés, Katia exprime souvent de la satisfaction et/ou de la fierté vers la fin de la résolution (*Blocs, Métiers, Abeilles, Balances, Verres*). Inversement, elle exprime souvent de la frustration vers la fin de la résolution d'un problème qu'elle affirme ne pas avoir aimé (*Pommes, 9 points, Âge, Les « 4 »*). Katia exprime aussi de la confusion (*Abeilles, Balances, Âge, Pythagore, Échiquier*) et un certain découragement dans plusieurs problèmes, problèmes qu'elle finit parfois pourtant par aimer. Lors des plus longues résolutions de problèmes, Katia se dit encore parfois découragée ou « tannée » (*Pommes, 9 points, Abeilles, Balances, Les « 4 »*), mais comme précédemment elle finit parfois par apprécier ces problèmes.

Lors de la résolution de problèmes, Katia exprime aussi d'autres sentiments à quelques reprises. Entre autres, elle exprime de la confiance en sa solution aux problèmes des 9 points et à celui des verres. Or, après avoir affirmé qu'elle était certaine de sa solution au problème des verres, elle exprime un certain doute et regarde à nouveau sa solution pour ensuite réaffirmer qu'elle est certaine de celle-ci. De plus, même si elle affirme avoir confiance en sa solution lors de la résolution du problème des 9 points, elle n'utilise pas un niveau de confiance élevé (niveau 2) pour décrire la confiance qu'elle a en sa solution après la résolution de ce problème.

Katia exprime aussi lors de la résolution de quelques problèmes de la confiance en une amie (*Pythagore*) et en elle-même (*Verres*) et elle doute à quelques reprises de sa compréhension du problème (*Abeilles*, *Âge*), des opérations qu'elle peut utilisées (*Les « 4 »*) ainsi que de sa méthode (*Pommes*). De plus, elle semble étonnée de trouver 49 lorsqu'elle essaye le truc de magie.

La persévérance

Au début de la session, Katia affirme qu'elle devient parfois frustrée en résolution de problèmes, mais qu'elle n'abandonne jamais. Or, pendant la session, elle abandonne la résolution du problème du truc de magie et ne présente aucune solution pour les nombres 7 et 10 au problème des « 4 ». De plus, elle est persuadée que les solutions qu'elle a proposées aux problèmes des pommes et de l'âge de l'homme ne sont pas valides mais elle ne cherche pas à fournir d'autres solutions.

Katia affirme aussi au questionnaire diagnostique qu'elle travaille plus d'une heure sur un problème avant de l'abandonner, mais nous remarquons pendant la session qu'elle affirme avoir travaillé 30 minutes ou moins sur la majorité des problèmes. D'ailleurs, il n'y a que deux problèmes où elle affirme avoir travaillé plus de 30 minutes à la résolution, soit environ 45 minutes. Ces deux problèmes sont ceux où elle ne présente pas de solution, c'est-à-dire le problème du truc de magie et celui des « 4 ». Elle semble donc abandonner plus vite qu'elle ne l'affirmait au questionnaire diagnostique. Katia ne semble toutefois pas consciente de ce changement puisqu'à la fin de la session, elle se dit « plus » persévérante qu'avant l'expérimentation, et ce, même si elle affirme maintenant laisser tomber un problème après y avoir travaillé entre « 10 à 30 minutes », ce qui est deux échelons plus bas que le choix qu'elle avait fait au questionnaire diagnostique.

L'appréciation d'un problème et la confiance en sa solution et en sa méthode

Il semble aussi y avoir un lien assez étroit entre la confiance que Katia a en sa solution et en sa méthode et son appréciation d'un problème. En effet, elle utilise

majoritairement le 6 pour décrire la confiance qu'elle a en sa solution et en sa méthode aux problèmes qu'elle affirme avoir appréciés (*Blocs, Métiers, Abeilles, Balances, Fourmi, Verres, Ire partie de l'Échiquier, Casino*) tandis qu'elle utilise, à l'exception du problème où une solution lui a été proposée par son amie (*Pythagore*), des niveaux de confiance inférieurs ou égaux à 3 aux problèmes qu'elle affirme ne pas avoir appréciés (*Pommes, 9 points, Âge, Magie*).

Attitudes cognitives

L'utilisation de schémas

Au début de la session, Katia affirme utiliser « rarement » des schémas en résolution de problèmes puisqu'elle n'y pense pas. Or, pendant la session, cette habitude semble avoir changé puisqu'il n'y a que trois problèmes où elle n'utilise aucun schéma (*Balances, Magie, Les « 4 »*). En effet, elle utilise des schémas dans la majorité de ses résolutions de problèmes, que ce soit pour ressortir les données (*Âge*), pour résoudre le problème (*Blocs, Métiers, Pommes, 9 points, Abeilles, Fourmi, Pythagore, Verres, Échiquier, Casino*) ou pour représenter sa solution (*Métiers, Verres*). Elle utilise donc des schémas beaucoup plus souvent qu'elle faisait, selon ses dires, avant l'expérimentation. Elle est consciente de ce changement puisqu'elle affirme à la fin de la session qu'elle utilise maintenant des schémas « souvent », « beaucoup » plus souvent même qu'auparavant, justifiant ceci du fait qu'elle s'est rendu compte qu'elle est « très visuelle ».

La vérification de solutions

En regardant les problèmes qu'elle a résolus, nous avons l'impression que Katia ne vérifie pas souvent sa solution puisqu'elle laisse des traces dans trois résolutions de problèmes seulement. Elle laisse alors entendre qu'elle a relu sa solution (*Métiers, Verres*) ou encore elle remplace sa solution dans l'énoncé (*Pommes*). Nos observations concordent avec sa réponse au questionnaire final puisqu'elle y affirme qu'elle vérifie « rarement » sa solution. Elle écrit même qu'elle a « la mauvaise habitude de ne jamais reviser ». Or, au

début de la session, elle affirmait « toujours » vérifier sa solution parce qu'elle « fait plusieurs fautes d'inattentions ». Il semble donc avoir un changement d'attitude par rapport à la vérification de la solution pendant la session, changement que Katia ne semble pas percevoir puisqu'elle coche au questionnaire final qu'elle vérifie sa solution « autant » qu'elle le faisait avant l'expérimentation. Il est à noter enfin que la remarque de Katia à l'effet qu'elle a la « mauvaise habitude » de ne pas vérifier sa solution nous laisse croire qu'elle trouve que la vérification de sa solution est importante en résolution de problème (même si elle-même ne vérifie souvent pas sa solution).

La difficulté de la compréhension d'un énoncé

Au début de la session, Katia affirme que la compréhension de l'énoncé d'un problème est « un des aspects les plus difficiles » de la résolution de problèmes, ce qui semble avoir changé pendant la session. En effet, à la fin de la session, elle croit « moins » qu'avant à cette affirmation et elle trouve que la compréhension de l'énoncé est « un des aspects les plus faciles » de la résolution de problèmes.

Même si l'attitude de Katia par rapport à la difficulté de compréhension d'un énoncé semble avoir changé au cours de la session, nous remarquons quand même quelques problèmes pendant la session où elle semble avoir eu de la difficulté à comprendre l'énoncé, autant au début de la session qu'à la fin de celle-ci. En effet, elle se sent « mal » (*Âge*) et « mêlée » (*Abeilles*, *Échiquier*) après la lecture de certains problèmes puisqu'elle n'est pas certaine de bien les comprendre. À l'un de ses problèmes (*Échiquier*), nous avons l'impression qu'elle surpasse sa difficulté de compréhension assez rapidement puisqu'elle explique dès le début du problème qu'elle se sent « VRAIMENT stupide » de ne pas s'être rappelé ce qu'était un échiquier. Aux deux autres problèmes où elle semble ne pas avoir bien compris l'énoncé, elle affirme qu'elle aura à lire l'énoncé plusieurs fois. Elle semble toutefois réussir à comprendre l'un d'entre eux (*Abeilles*) tandis qu'elle tente une solution à l'autre problème (*Âge*) sans toutefois comprendre le sens des mots « sixième », « douzième », etc. Même si, à la fin de la session, Katia trouve la compréhension d'un énoncé un des aspects les plus faciles de la résolution de problèmes, il se peut que ce ne soit pas son attitude

face à la compréhension de l'énoncé qui a changé, mais plutôt son attitude face aux autres aspects de la résolution de problèmes, telle que la résolution elle-même.

L'importance de la mémorisation

L'attitude de Katia par rapport à la mémorisation semble aussi avoir changé un peu au cours de la session. En effet, au questionnaire diagnostique, elle affirme qu'elle est « plutôt d'accord » avec le fait que la mémorisation peut aider en résolution de problèmes puisque même s'il faut comprendre, il faut aussi connaître certaines choses comme les « étapes » à suivre et les « formules » tandis qu'au questionnaire final, elle est « plutôt en désaccord » avec cette même idée et elle explique que « c'est plus le « common sence » qui entre en jeu ». Or, Katia ne semble pas percevoir ce changement d'attitude par rapport à la mémorisation puisqu'elle affirme au questionnaire final qu'elle pense « autant qu'avant » que la mémorisation peut être utile en résolution de problèmes.

Katia ne fait pas non plus référence à la mémorisation pendant la session. D'ailleurs, il n'y a qu'à deux reprises qu'elle mentionne qu'elle ne se rappelle pas de quelque chose. Plus précisément, elle écrit qu'elle ne se rappelle pas ce qu'est un échiquier après avoir lu le problème de l'échiquier et, après avoir lu le problème du casino, elle mentionne qu'elle a déjà fait des problèmes similaires dans son cours de statistique, mais qu'elle ne se rappelle pas comment résoudre celui-ci.

L'importance de la chance

Dès le début de la session, la chance ne semble pas importante pour Katia. Elle affirme au début de la session que la chance est « inutile » et, à la fin de la session, elle classifie la chance comme « peu importante » pour elle. Même si ces deux choix de réponses sont similaires, ils pourraient représenter un léger changement d'attitude par rapport à la chance en résolution de problème. Katia ne perçoit toutefois pas de changement d'attitudes par rapport à la chance puisqu'elle écrit à la fin de la session qu'elle se fie à la chance

« autant » qu'avant l'expérimentation. Nous ne remarquons d'ailleurs aucune référence à la chance dans ses résolutions de problèmes.

L'importance d'obtenir une solution valide

Katia est « plutôt en désaccord » avec le fait que la bonne solution est l'aspect le plus important en résolution de problème, et ce, à la fois au début et à la fin de la session. Ses justifications aux questionnaires diagnostic et final vont aussi dans le même sens puisqu'elle mentionne que c'est la démarche qui est plus importante en résolution de problème. Elle écrit d'ailleurs au questionnaire diagnostic qu'« on doit toujours montrer notre travail, souvent notre démarche est excellente, mais par une petite faute on n'arrive pas à la bonne réponse » et elle écrit aussi au questionnaire final que « c'est plutôt ta démarche et ta façon de comprendre le problème » qui sont importantes. Nous ne percevons donc pas de différence entre l'attitude de Katia par rapport à l'importance d'obtenir une solution valide au début et son attitude à la fin de la session. Katia, elle, semble croire que son attitude a changé au fil de la session, ce qu'elle exprime en cochant à la fin du questionnaire final qu'elle pense « moins qu'avant » que l'importance de la résolution de problème est de trouver une bonne solution, ce qui pourrait être un changement possible sans être visible dans ses réponses aux questionnaires.

Pendant la session, Katia semble pourtant aimer avoir une solution valide, puisqu'elle affirme être frustrée ou ne pas avoir aimé les problèmes pour lesquels elle n'a pas confiance en sa solution (*Pommes, 9 points, Âge, Magie*) ainsi qu'au problème où elle ne comprend pas la solution que son amie lui propose (*Pythagore*). Or, même si l'obtention d'une solution valide semble importante pour sa satisfaction personnelle, l'importance d'obtenir une solution, qu'elle soit valide ou non, semble encore plus importante pour Katia puisqu'il y a certains problèmes où elle arrête la résolution après avoir trouvé une solution qu'elle pense non valide (*Pommes, 9 points, Âge, Magie, 7 et 10 des « 4 »*). Par exemple, au problème de l'âge de l'homme, elle affirme que la solution qu'elle propose après avoir travaillé moins de 10 minutes sur le problème n'est pas une bonne solution, mais elle s'arrête là.

L'existence ou non d'autres solutions

Katia est en désaccord avec le fait qu'un problème n'admet toujours qu'une bonne solution, et ce, à la fois au début et à la fin de la session. Elle justifie ce choix de réponse en écrivant au questionnaire diagnostique qu'un problème n'a « pas toujours » une seule bonne solution et, au questionnaire final, elle écrit que le nombre de solutions « dépend du problème et comment la personne la compris ». Or, après avoir résolu un problème, Katia pense souvent que ce dernier n'admet qu'une seule solution (*Métier, Pommes, 9 points, Abeilles, Balances, Fourmi, Verres, Échiquier, Magie, Casino*). Elle n'est pas non plus certaine du nombre de solutions que certains problèmes admettent puisqu'elle aurait pu avoir mal compris le problème (*Âge*) ou encore avoir mal compris ce qu'est une « solution » pour ces problèmes (*Les « 4 »*). D'ailleurs, il n'y a que deux problèmes où Katia semble assez certaine qu'il pourrait y avoir plus d'une solution, soit celui des blocs puisqu'il serait possible de trouver un autre nombre de blocs que 49 et soit celui du théorème de Pythagore parce qu'il est mentionné dans l'énoncé que plusieurs preuves de ce théorème existent.

Comme elle mentionne à la fin de la session que le nombre de solutions dépend du problème et de la compréhension qu'une personne en a, regardons plus attentivement les justifications qu'elle donne pendant la session. Parmi celles-ci, nous retrouvons souvent l'idée que le problème n'admet qu'une seule solution en raison de ses données précises (*Métiers, Pommes, Abeilles, Balances, Fourmi, Verres, Échiquier, Casino*). Elle explique aussi que le problème du truc de magie n'a qu'« une explication précise » et qu'il ne peut pas y avoir d'autres solutions au problème des 9 points « car il a pas de solutions ». Toutefois, pendant la session, nous ne remarquons pas souvent l'idée que le nombre de solutions qu'un problème admet dépend de « comment la personne la compris ». D'ailleurs, il n'y a qu'au problème de l'âge de l'homme et à celui des « 4 » que les justifications de Katia portent en quelque sorte sur la compréhension du problème puisqu'elle n'est pas certaine de sa compréhension du problème. Selon elle, le problème des « 4 » possède plus d'une solution si le mot « solution » « veut dire les signe entre les « 4 » (+, -, x, /) » et le problème de l'âge de l'homme admet peut-être plus d'une solution parce qu'elle pourrait avoir mal compris la

donnée qui explique que la fille a vécu la moitié de l'âge de son père ou encore elle pourrait avoir mal compris le problème au complet.

Pour ce qui est des problèmes où elle pense qu'il y a plus d'une solution, Katia explique son choix de réponse sans se baser sur l'énoncé du problème ou sur sa compréhension. D'ailleurs, elle mentionne, au problème des blocs, qu'il pourrait y avoir une autre solution « si on continue les calculs » et, au problème du théorème de Pythagore, qu'il y a supposément d'autres manières de le démontrer, ce que l'enseignante avait mentionné en classe.

L'existence ou non d'autres méthodes de résolution

L'idée qu'il y a toujours plusieurs façons de résoudre un problème parce que chaque personne pense différemment semble très forte chez Katia, et ce, même si, à la fin de la session, elle y croit moins qu'au début. En regardant les problèmes où elle n'écrit pas explicitement que les différentes façons de penser entraînent différentes méthodes de résolution, elle semble encore se baser sur le fait que chaque personne pense différemment pour affirmer que le problème peut être résolu de différentes façons. Par exemple, au problème de l'âge de l'homme, elle écrit dans un premier temps qu'il ne pourrait « pas vraiment » y avoir d'autres façons de résoudre ce problème et elle change ensuite d'idée pour écrire qu'il y en a sûrement d'autres méthodes, mais que la plus populaire sera celle qu'elle a utilisée. Au problème du truc de magie, en réponse à la question concernant le nombre de méthodes de résolution, elle écrit aussi qu'elle est « vraiment tanné de répondre cette question », ce qui, selon nous, est parce qu'elle se répète toujours et qu'elle ne voit pas l'intérêt de la question parce que pour elle il y aura toujours plus d'une façon de le résoudre.

Même si elle utilise souvent le fait que chaque personne pense différemment, il y a tout de même quelques problèmes dans la session où elle justifie son choix de réponse en utilisant un autre argument que celui-ci. D'ailleurs, elle utilise elle-même deux méthodes pour résoudre le problème des abeilles, et elle affirme qu'il y a plus d'une méthode au problème des « 4 » puisqu'il y a plusieurs façons de trouver chaque nombre de 0 à 10.

Cette idée que chaque personne pense différemment est aussi retrouvée dans les réponses données par Katia aux questionnaires diagnostic et final. Elle a d'ailleurs écrit au début de la session que « chaque personne utilise la méthode dont elle est à l'aise avec », et à la fin de la session elle écrit que : « chaque personne a leur propre façon à comprendre et à penser ». Même si Katia semble d'accord avec le fait qu'un problème peut toujours se résoudre de différentes façons, elle coche à la fois au début et à la fin de la session qu'elle est « plutôt d'accord » avec cet énoncé. Pourquoi ne coche-t-elle pas qu'elle est « tout à fait d'accord » avec l'énoncé?

Une bonne démarche entraîne une bonne solution

Au problème des balances, Katia justifie la confiance qu'elle a en sa solution en écrivant : « je pense que j'ai une bonne démarche, donc je pense que j'ai une bonne solution », ce qui nous donne l'impression qu'elle pense qu'une bonne démarche amène nécessairement une bonne solution. Or, lors de la résolution de d'autres problèmes qui lui ont été présentés pendant la session, le niveau de confiance que Katia choisit pour décrire sa confiance en sa solution est parfois inférieur au niveau de confiance qu'elle choisit pour sa démarche, ce qui semble aller à l'encontre de notre première hypothèse. D'ailleurs, au problème des abeilles, même si elle utilise le nombre 6 pour la confiance en sa démarche, elle n'utilise que le nombre 5 pour la confiance en sa solution et elle explique qu'elle aurait pu se tromper en faisant l'arbre généalogique et qu'elle est « trop lâche de recommencer! ». De plus, au problème de l'âge de l'homme, elle a confiance en sa démarche (6), « si [elle a] bien compris le problème », mais elle utilise le niveau 2 pour la confiance en sa solution en précisant qu'elle n'a aucune idée si son « raisonnement du problème est bien ».

L'importance de la généralisation

Katia semble voir la pertinence de la généralisation lorsque celle-ci peut l'aider à résoudre un problème. En effet, au problème des abeilles, elle délaisse l'arbre généalogique pour calculer le nombre d'ancêtres d'une génération en se basant sur la génération

précédente. De façon similaire, elle tente d'arriver à une généralisation pour l'aider à trouver le nombre de carrés dans un échiquier, mais la formule qu'elle propose n'est pas bonne, puisque l'échiquier qu'elle a dessiné est un échiquier 7 par 7 et non 8 par 8. Katia ne semble toutefois pas voir la pertinence de la généralisation lorsque vient le temps de prouver l'unicité de sa solution puisqu'au problème des blocs elle se contente de donner une solution après avoir trouvé 49 blocs. Elle est tout de même consciente qu'il pourrait y avoir d'autres nombres de blocs qui satisfont aux conditions puisqu'elle écrit que si elle continuait à calculer, elle pourrait donc trouver d'autres « solutions ».

Lorsque l'énoncé demande explicitement une généralisation, Katia semble y voir une certaine pertinence puisqu'elle tente de généraliser, mais elle n'y arrive toutefois pas. Au problème du théorème de Pythagore par exemple, elle prend la solution d'une amie et elle écrit qu'elle ne comprend pas ce que celle-ci lui ait dit d'écrire tandis qu'au problème du truc de magie et à la deuxième partie du problème de l'échiquier, elle n'arrive pas à généraliser et abandonne la résolution.

Attitudes sociales

La consultation d'amis

Katia fait référence à une amie en particulier à quelques reprises pendant la session. D'ailleurs, elle mentionne qu'elle a essayé de la rejoindre par téléphone sans succès (*Pommes, Âge*) et elle mentionne aussi après avoir lu le problème de l'échiquier qu'elle va lui demander si elle comprend. Or, lors de la résolution de ce problème, elle ne mentionne pas avoir consulté son amie. Elle écrit plutôt être allée sur Internet pour trouver la définition d'un échiquier. Katia mentionne donc son amie à plusieurs reprises, mais il n'y a qu'au problème du théorème de Pythagore qu'elle semble effectivement consulter celle-ci après avoir fait une recherche sur Internet.

Quoique Katia aimerait avoir de l'aide de sa collègue à quelques reprises dans la session, elle ne semble pas aimer partager ses solutions et ses démarches avec ses collègues

puisqu'elle coche à la fois au questionnaire diagnostic et au questionnaire final qu'elle est « plutôt en désaccord » avec le fait qu'elle aime discuter de sa démarche et de sa solution avec ses amis, et ce, parce que « chaque personne résonne chaque problème de façons différentes » (*questionnaire diagnostic*) et « chaque personne pense de leur façon, parfois les réponses ou les démarches seront pas pareye » (*questionnaire final*).

La consultation de l'enseignante

Katia affirme à la fois au début et à la fin de la session qu'elle va voir l'enseignante lorsqu'elle n'arrive pas à résoudre un problème et, au questionnaire final, elle affirme qu'elle va voir l'enseignante pour de l'aide « autant » qu'avant l'expérimentation. Pendant la session, nous remarquons effectivement qu'elle mentionne être allée consulter l'enseignante à quelques reprises (*9 points, Casino*). De plus, l'enseignante se rappelle avoir clarifié l'énoncé du problème des abeilles pour Katia, même si celle-ci ne mentionne pas avoir consulté l'enseignante pour ce problème. Cette consultation semble avoir permis à l'étudiante de continuer le problème et de le résoudre à l'aide d'un raisonnement valide. De plus, au problème du casino, l'étudiante explique qu'elle arrive à une bonne solution grâce à l'aide de l'enseignante. À l'inverse, la discussion que Katia a eue avec l'enseignante à propos du problème des 9 points semble l'avoir induite en erreur puisqu'après la discussion elle est persuadée qu'il n'y a pas de solution au problème des 9 points.

Liens entre attitudes affectives, cognitives et sociales

La consultation et confiance après la résolution

Katia semble avoir confiance en son amie et en son enseignante puisqu'aux deux problèmes où elle reçoit de l'aide, elle affirme avoir confiance en sa solution et en sa démarche en utilisant le niveau de confiance 6 et elle explique qu'elle « trust » la solution de son amie même si elle ne la comprend pas (*Pythagore*) et qu'elle a été capable de résoudre le problème grâce à l'aide de l'enseignante (*Casino*).

4.2 Les attitudes de l'ensemble des étudiants

Maintenant que nous avons dégagé les attitudes de chaque étudiant, nous allons regarder dans cette section les attitudes de l'ensemble des étudiants. Nous ferons un retour sur les attitudes affectives, cognitives et sociales qui sont ressorties chez l'ensemble des étudiants tout en tentant de dégager comment chacune a évolué au fil de la session. Par la suite, nous ferons quelques précisions sur l'évolution des attitudes affectives, cognitives et sociales de façon plus générale.

4.2.1 Attitudes affectives

Parmi les attitudes affectives à propos desquelles nous avons questionné explicitement les participants à notre recherche, nous retrouvons l'appréciation de la résolution de problèmes, le niveau de persévérance des étudiants, leur confiance en soi ainsi que leur confiance en leurs méthodes et en leurs solutions. Nous leur avons aussi demandé d'écrire leurs sentiments pendant et après la résolution sans toutefois les questionner explicitement sur leur niveau de frustration, fierté ou autre. Les sentiments exprimés par les participants en cours de résolution sont donc des attitudes qui sont apparues plus « spontanément » que les autres attitudes affectives.

En plus de se prononcer sur les attitudes affectives à propos desquelles nous les avons questionnés, plusieurs étudiants se prononcent aussi sur le niveau de difficulté de certains problèmes. Quoique ce dernier aspect ne soit pas une attitude affective, nous allons en discuter à l'intérieur de la sous-section portant sur l'appréciation des problèmes et de celle portant sur les sentiments exprimés en cours de résolution.

4.2.1.1 L'appréciation d'un problème

Lorsque questionnés au début et à la fin de la session sur les aspects les plus appréciés et les moins appréciés de la résolution de problèmes, quelques étudiants affirment

aimer résoudre les problèmes qu'ils comprennent (*Fabien, Hélène*) ou ceux qu'ils arrivent à résoudre (*Hélène*) dès leur première tentative (*Blanche*), alors que d'autres écrivent qu'ils aiment ceux qu'ils arrivent à résoudre après y avoir travaillé longtemps (*Ève*) ou encore ceux qui les font réfléchir (*Gabrielle, Katia*). Or, d'une manière générale, ils n'aiment pas résoudre les problèmes qui sont difficiles à comprendre (*Fabien, Hélène*), ceux qui sont présentés à partir d'un long énoncé (*Fabien*), ceux qui sont longs (*Annabelle, Jacinthe*) ou difficiles (*Jacinthe*) à résoudre, ceux dont ils doivent recommencer la résolution (*Blanche*) ou encore ceux auxquels ils ne trouvent aucune solution (*Ève, Katia*).

Pendant la session, lorsque les étudiants justifient leur appréciation d'un problème en particulier, tous affirment avoir aimé certains problèmes puisqu'ils étaient faciles à résoudre ou encore « pas trop difficiles » à résoudre. Plusieurs qualifient aussi au moins une résolution de problèmes dans la session de « fun » ou intéressante (*Cloé, Dominique, Ève, Hélène, Irène*) et quelques-uns mentionnent avoir aimé certains problèmes parce qu'ils les ont réfléchis (*Annabelle, Ève, Fabien, Jacinthe*). D'autres mentionnent avoir aimé certains problèmes parce qu'ils ont obtenu une solution sans aide (*Cloé, Ève*), parce que la résolution n'était pas longue (*Annabelle, Ève, Irène*), parce que le problème leur rappelait des problèmes qu'ils avaient déjà résolus à l'école (*Dominique, Katia*) ou parce que le problème était un défi pour eux (*Ève, Gabrielle, Katia*). D'autres raisons d'appréciation d'un problème sont mentionnées par un seul étudiant ou une seule étudiante au cours de la session telle que l'utilisation de notions apprises en classe (*Katia*), l'utilisation de la logique (*Gabrielle*), la réalisation qu'il peut y avoir plus d'une méthode de résolution (*Dominique*) et l'apprentissage effectué (*Irène*). De plus, tous les étudiants affirment avoir aimé au moins quelques problèmes qui leur ont été présentés pendant la session, même Cloé, qui mentionne détester la résolution de problèmes à la fois au début et à la fin de la session, affirme avoir aimé résoudre certains problèmes qu'elle a su résoudre par elle-même. De plus, Jacinthe, qui coche à la fois au questionnaire diagnostic et au questionnaire final qu'elle n'aime pas la résolution de problèmes, et Ève, qui n'aime pas la résolution de problèmes à la fin de la session, affirment avoir aimé la majorité des problèmes qui leur ont été présentés pendant la session.

Alors que tous les étudiants apprécient les problèmes qu'ils ont trouvés faciles à résoudre, il n'y a qu'environ la moitié des étudiants qui avouent ne pas avoir aimé les problèmes qu'ils ont trouvés difficiles (*Blanche, Cloé, Dominique, Ève, Fabien, Jacinthe*). Plusieurs expliquent aussi leur non-appréciation de certains problèmes par le fait qu'ils n'ont pas trouvé de solution au problème (*Annabelle, Dominique, Ève, Gabrielle, Irène, Katia*) ou encore par le fait qu'ils doutent de leur solution ou de leur méthode (*Annabelle, Dominique, Fabien, Irène*). D'autres mentionnent ne pas avoir aimé les problèmes qu'ils n'ont pas compris (*Cloé, Katia*), pour lesquels ils n'étaient pas en mesure de vérifier leur solution (*Ève, Katia*) et sur lesquels ils ont consacré beaucoup de temps (*Annabelle, Blanche, Ève, Irène*). Enfin, il y a aussi des raisons pour lesquelles un étudiant ou une étudiante en particulier mentionne ne pas aimer résoudre certains problèmes, tels que ne pas trouver la même solution que ses camarades (*Annabelle*), devoir recommencer un problème (*Blanche*) et ne pas trouver de réponse concrète (*Gabrielle*).

Lorsque questionnés sur leur appréciation d'un problème après l'avoir résolu, les étudiants ne répondent pas toujours l'avoir aimé ou ne pas l'avoir aimé. En effet, quelques étudiants semblent être indifférents à la suite de la résolution de certains problèmes puisqu'ils les ont déjà résolus (*Annabelle*) ou encore parce qu'ils n'ont pas eu de difficulté à les résoudre (*Blanche, Gabrielle*). Une étudiante en particulier semble avoir plus de difficulté que les autres à se prononcer sur son appréciation d'un problème. Hélène semble d'ailleurs prendre en considération tous les sentiments qu'elle a ressentis au cours de la résolution pour se prononcer sur cette question. Elle affirme donc souvent avoir à la fois aimé et ne pas avoir aimé un problème tout en expliquant quelles parties de la résolution de problème elle a aimées, lesquelles elle n'a pas aimées, et pourquoi.

Le lien entre l'appréciation d'un problème et son niveau de difficulté perçu qui est ressorti à la suite de certaines résolutions de problèmes chez la majorité des étudiants est encore évident chez plusieurs étudiants à la fin de la session. D'ailleurs, en regardant l'ordre dans lequel les étudiants ont placé les problèmes du plus apprécié au moins apprécié ainsi que l'ordre dans lequel ils ont placé les problèmes du plus facile au plus difficile, nous remarquons que souvent, les problèmes les plus appréciés sont ceux que les étudiants

trouvent les plus faciles et les moins appréciés sont ceux qu'ils trouvent les plus difficiles (*Blanche, Cloé, Dominique, Ève, Fabien, Irène, Jacinthe, Katia*). Toutefois, l'appréciation d'un problème n'est pas toujours la même pendant la session et à la fin de la session. Ceci peut probablement s'expliquer par le fait que la solution proposée par l'étudiant n'a pas la même validité qu'il ne le pensait avant la correction du problème en salle de classe (*Dominique, Hélène, Irène*).

L'appréciation que les étudiants ont de la résolution de problèmes semble donc fluctuer au cours de la session, en fonction des problèmes proposés. Par exemple, il semble que les difficultés rencontrées ont une grande influence sur cette appréciation. Ce n'est toutefois pas le seul facteur. Aussi, malgré les fluctuations, nous remarquons, de façon générale, que le niveau d'appréciation de la résolution de problèmes de la majorité des étudiants est le même à la fin et au début de la session. En effet, il n'y a que trois étudiants qui ne choisissent pas le même échelon au questionnaire final et au questionnaire diagnostic. Plus précisément, Annabelle et Fabien affirmaient ne pas aimer la résolution de problèmes au début de la session, mais ils écrivent au questionnaire final qu'ils l'aiment tandis qu'Ève aimait la résolution de problèmes avant l'expérimentation, mais elle affirme ne plus l'aimer à la fin de la session. Parmi les étudiants qui font le même choix de réponses aux questionnaires diagnostic et final, il y en a quelques-uns qui perçoivent tout de même des changements dans leur appréciation de la résolution de problèmes. D'ailleurs, Irène et Katia, qui affirment aimer la résolution de problèmes à la fois au début et à la fin de la session, cochent à la fin du questionnaire final qu'elles aiment « plus » la résolution de problème qu'elles ne l'aimaient avant l'expérimentation. Bref, quelques étudiants semblent apprécier la résolution de problèmes davantage (*Annabelle, Fabien, Irène, Katia*) et une seule étudiante aime moins la résolution de problèmes qu'elle ne l'aimait avant la résolution (*Ève*). À la fin de la session, environ la moitié des étudiants semblent apprécier la résolution de problèmes (*Annabelle, Fabien, Gabrielle, Irène, Katia*), une étudiante affirme à la fois aimer et ne pas aimer la résolution de problèmes (*Hélène*) et les autres étudiants n'aiment pas ou encore détestent toujours la résolution de problèmes (*Blanche, Cloé, Dominique, Ève, Jacinthe*). Une étudiante précise tout de même à la fin de la session que même si elle n'aime pas la résolution de problèmes, elle voit maintenant son utilité sans toutefois donner de détail

(*Blanche*). Même si certains disent aimer la résolution de problèmes de manière générale alors que d'autres disent plutôt la détester de manière générale, tous reconnaissent avoir aimé certains problèmes et en avoir détesté d'autres.

4.2.1.2 La persévérance

Tous les étudiants retenus pour cette étude abandonnent rarement un problème. En effet, environ la moitié des étudiants trouvent une solution à tous les problèmes qui leur sont présentés (*Annabelle, Blanche, Dominique, Fabien, Irène, Jacinthe*) et les autres étudiants n'abandonnent que quelques problèmes pendant la session (*Cloé, Ève, Gabrielle, Hélène, Katia*). Quoique personne n'abandonne un problème sans y avoir travaillé, le temps consacré à la résolution de problèmes diffère tout de même d'un individu à l'autre. Annabelle, par exemple, affirme avoir passé environ cinq heures sur certaines résolutions de problèmes sans jamais abandonner, tandis qu'Hélène a abandonné quelques problèmes après y avoir travaillé environ trente minutes. D'autres étudiants consultent rapidement des collègues de classe ou encore Internet. Par exemple, à quelques reprises Cloé présente seulement la méthode de résolution qui lui a été suggérée par une amie, ce qui nous laisse croire qu'elle n'a peut-être pas essayé de résoudre le problème par elle-même avant d'aller chercher de l'aide. Cette persévérance que nous retrouvons chez tous les étudiants pourrait avoir été influencée par le fait que l'activité de résolution de problèmes était évaluée dans le cadre du cours, et ce, même si nous avons précisé qu'il n'y aurait aucune pénalité pour abandonner un problème.

Le temps passé à résoudre un problème semble avoir une influence à la fois sur la confiance de plusieurs étudiants, les sentiments exprimés par certains, le niveau de difficulté perçu par quelques-uns et la recherche d'aide chez une étudiante en particulier. En effet, en regardant l'ensemble des problèmes de la session, nous remarquons que plusieurs n'aiment pas les problèmes sur lesquels ils ont consacré le plus de temps (*Annabelle, Blanche, Cloé, Ève, Fabien, Irène, Jacinthe, Katia*) et inversement la majorité d'entre eux ont apprécié les problèmes pour lesquels la résolution s'est faite assez rapidement (*Annabelle, Blanche, Cloé, Ève, Fabien*). Le seuil de temps qui sépare les problèmes les plus appréciés des moins appréciés varie toutefois d'une personne à l'autre. Il y a des étudiants qui n'aiment pas un

problème si sa résolution leur a pris plus d'environ 20 ou 30 minutes (*Cloé, Fabien, Jacinthe, Katia*) et il y a d'autres qui doivent passer plus d'une heure (*Blanche, Ève, Gabrielle, Irène*) ou plus de deux heures (*Annabelle*) sur une résolution avant de ne pas aimer le problème en question. Nous remarquons aussi chez plusieurs étudiants que les sentiments « négatifs » comme la frustration, le doute et un sentiment d'échec sont seulement présents dans les résolutions de problèmes sur lesquels ils ont travaillé le plus longtemps (*Blanche, Dominique, Hélène, Gabrielle, Fabien, Irène, Jacinthe, Katia*). De même, quelques étudiants expriment seulement de la confiance lors de la résolution des problèmes qui leur ont pris moins de temps à résoudre (*Blanche, Gabrielle, Fabien*). Quelques étudiants qualifient aussi les problèmes qui leur ont pris le plus de temps à résoudre comme les problèmes les plus difficiles de la session et, inversement, ils perçoivent les problèmes sur lesquels ils ont passé moins de temps comme les plus faciles de la session (*Blanche, Fabien*). Blanche, quant à elle, mentionne seulement avoir consulté des amis lors de la résolution de problèmes sur lesquels elle affirme avoir travaillé plus d'une heure.

Lorsqu'ils répondent à la question concernant le temps consacré à la résolution, la grande majorité des étudiants utilisent le mot « environ », ce qui laisse entendre que le temps mentionné n'est qu'une approximation. D'ailleurs, certains affirment ne pas avoir pris en note le temps qu'ils ont consacré à certaines résolutions (*Annabelle, Cloé, Dominique, Katia*). Ce constat nous fait remettre en question les influences du temps consacré à la résolution telles que mentionnées au paragraphe précédent. Il serait possible que l'influence soit dans l'autre sens, c'est-à-dire que l'approximation du temps de résolution faite par les étudiants pourrait être influencée, par exemple, par leur appréciation du problème, les difficultés rencontrées ainsi que les sentiments exprimés pendant la résolution.

En regardant les réponses des étudiants aux questionnaires diagnostique et final, nous remarquons que la majorité se perçoivent comme « plus » (*Blanche, Dominique, Gabrielle, Hélène, Katia*) ou « beaucoup plus » persévérants qu'au début de la session (*Irène, Jacinthe*) et qu'aucun étudiant ne pense être moins persévérant qu'au début de la session. Quelques étudiantes semblent même se sous-estimer puisqu'elles affirment, à la fin de la session, travailler respectivement « 30 à 60 », « 10 à 30 » et « 5 à 10 » minutes sur un problème avant

de l'abandonner, et ce, même si elles ont travaillé plus d'une heure sur au moins deux résolutions de problème pendant la session (*Ève, Gabrielle, Jacinthe*). Cette augmentation de persévérance pourrait avoir été influencée à la fois par le fait que l'activité est évaluée dans le cadre du cours et par le fait qu'ils n'ont peut-être jamais rencontré de « problèmes » au sens que nous l'utilisons. En effet, il est possible que les « problèmes » mathématiques qu'ils ont rencontrés avant ce cours soient davantage des exercices que des problèmes, ce qui ferait en sorte qu'ils auraient en général travaillé moins longtemps sur ces « problèmes » que sur ceux que nous leur présentons.

4.2.1.3 La confiance

Plusieurs étudiants ont confiance en leurs habiletés avant la résolution d'un problème lorsqu'ils pensent savoir comment s'y prendre pour le résoudre (*Annabelle, Cloé, Ève, Gabrielle, Hélène*) et/ou lorsqu'ils le perçoivent comme facile ou « pas trop difficile » (*Blanche, Ève, Gabrielle, Hélène, Irène, Jacinthe, Katia*). Par exemple, une des étudiantes qui n'a pas beaucoup confiance en elle-même exprime de la confiance en ses habiletés à résoudre le problème des « 4 » et justifie cette confiance en affirmant qu'elle ne peut pas se tromper puisque le problème se résout par essai-erreur. Inversement, plusieurs étudiants ont moins confiance en leurs habiletés lorsqu'ils ne savent pas comment s'y prendre pour résoudre le problème (*Annabelle, Cloé, Dominique*) ou lorsque celui-ci leur semble difficile (*Blanche, Cloé, Ève, Hélène, Irène, Jacinthe*).

En plus d'être influencée par leur perception du niveau de difficulté du problème ainsi que par leurs idées de méthodes de résolution pour le problème, la confiance de certains étudiants avant la résolution d'un problème semble aussi être influencée par la compréhension qu'ils ont de l'énoncé après en avoir fait la lecture. En effet, les étudiants qui ont de la difficulté à comprendre les énoncés de certains problèmes utilisent, avant la résolution de ces problèmes, des niveaux de confiance moyens ou bas (*Cloé, Hélène, Irène, Jacinthe, Katia*). Un étudiant en particulier semble aussi plus confiant lorsqu'il comprend bien le problème puisqu'il utilise seulement le niveau de confiance le plus élevé aux problèmes pour lesquels il a demandé des clarifications à l'enseignante (*Fabien*).

Le temps de résolution anticipé, lui aussi, semble influencer la confiance de certains tout en ne jouant aucun rôle visible sur la confiance d'autres. D'ailleurs, parmi les étudiants qui se prononcent sur le temps de résolution anticipé, certains semblent avoir moins confiance lorsque le problème semble long à résoudre (*Annabelle, Hélène*) et une affirme avoir confiance en ses habiletés après avoir mentionné qu'un problème ne semble pas prendre beaucoup de temps (*Irène*). Or, d'autres étudiants affirment que certains problèmes semblent longs à résoudre tout en utilisant tout de même des niveaux de confiance élevés (*Ève, Gabrielle, Hélène*).

Les étudiants qui affirment se rappeler avoir résolu le problème qui leur est présenté ou un problème similaire ont aussi confiance en leurs habiletés s'ils se souviennent de la solution ou de la méthode de résolution (*Annabelle, Blanche, Cloé, Gabrielle*). Certains utilisent toutefois un niveau de confiance moyen ou bas parce qu'ils ne se rappellent pas comment s'y prendre (*Katia*), parce que le problème présenté semble plus difficile que ceux qu'ils ont déjà résolus (*Ève, Fabien*) ou encore parce qu'ils ont peur d'être « rouillés » (*Annabelle*). D'autres encore ne semblent pas avoir confiance en leurs habiletés face à certains problèmes et justifient ce manque de confiance en écrivant qu'ils ne sont pas « bons » à ce genre de problème (*Blanche*) ou encore que même s'ils ont vu des problèmes similaires, ils n'ont jamais eu à les résoudre (*Annabelle, Ève, Gabrielle*).

Après la résolution de problèmes, les étudiants ont souvent confiance en leurs méthodes ainsi qu'en leurs solutions et ils ont généralement raison d'être confiants. Lorsqu'ils justifient leur confiance en leurs méthodes, certains écrivent que la méthode qu'ils ont utilisée est la même que celle d'une amie (*Cloé, Katia*), qu'ils ont trouvé leur méthode de résolution sur Internet (*Ève, Hélène*), que l'enseignante les a guidés (*Katia*) ou encore que leur méthode de résolution leur a permis de trouver une solution (*Ève*). Une étudiante en particulier semble parfois baser sa confiance en sa méthode sur l'effort qu'elle a mis pour résoudre le problème, indépendamment de l'efficacité de celle-ci (*Hélène*). Pour ce qui est des raisons pour lesquelles ils ont confiance en leurs solutions, certains mentionnent encore avoir eu recours à l'Internet (*Cloé, Ève, Hélène*) ou avoir eu de l'aide de la part de

l'enseignante (*Katia*). D'autres affirment avoir relu ou vérifié leur résolution, et ce, parfois avec une amie (*Jacinthe, Katia*) ou encore à l'aide d'une calculatrice (*Fabien*). Les doutes exprimés envers la méthode utilisée ou la solution trouvée, quant à eux, sont exprimés lorsque la solution ou la méthode est différente de celles des autres (*Jacinthe*), lorsque la méthode ne tient pas compte des remarques de l'enseignante (*Annabelle, Fabien*), lorsque celle-ci est non standard (*Dominique, Jacinthe*) ou encore lorsque celle-ci n'est pas la « meilleure » (*Annabelle, Blanche, Cloé, Ève, Fabien*), et ce, même si elle est tout à fait valide.

Pour quelques étudiantes, il semble aussi y avoir un lien direct entre démarche et solution. En effet, certaines affirment avoir confiance en leur solution parce qu'elles ont utilisé une bonne démarche (*Annabelle, Katia*) et l'une d'entre elles mentionne ne pas avoir confiance en sa démarche parce que celle-ci ne lui a pas permis de trouver une solution (*Annabelle*). Une autre étudiante utilise aussi le même nombre à la fois pour décrire sa confiance en sa méthode et en sa solution à chacun des problèmes qui leur ont été présentés pendant la session (*Gabrielle*). Il y a aussi un lien entre les niveaux de confiance utilisés par plusieurs pour exprimer la confiance qu'ils ont en leur méthode et en leur solution, mais ce lien est un peu moins direct puisque les niveaux de confiance utilisés varient un peu.

Plusieurs semblent avoir plus confiance en eux-mêmes à la fin de la session qu'au début de celle-ci, soit parce qu'ils font différents choix de réponses aux questionnaires diagnostics et final ou encore parce qu'ils cochent au questionnaire final être meilleurs en résolution de problèmes qu'ils ne l'étaient au début de la session (*Annabelle, Blanche, Fabien, Hélène, Irène, Jacinthe, Katia*). Cette augmentation de confiance pourrait peut-être être expliquée, en partie du moins, par le fait qu'ils obtiennent de bonnes notes sur l'activité de résolution de problème, idée qui est d'ailleurs mentionnée par Annabelle au questionnaire final « C'est intéressant de faire ce genre de problème en classe car cela permet aux élèves moins fort de bien réussir ». La confiance de quelques étudiantes semble tout de même avoir diminué au cours de la session (*Dominique, Ève*) puisque leurs choix de réponses passent de « bonne » à « assez bonne », ce qui pourrait peut-être être expliqué pour l'une d'entre elles

par le fait qu'elle travaille souvent avec des amis et nous avons l'impression que ce sont les amis qui arrivent souvent à une solution (*Dominique*).

Nous remarquons aussi que des personnes se surestiment à la fin de la session puisqu'elles affirment être « excellentes » ou « très bonnes » en résolution de problèmes, et ce, après avoir présenté des solutions invalides à certains problèmes pendant la session (*Annabelle, Katia*). À l'inverse, une autre semble plutôt se sous-estimer puisqu'elle affirme à la fin de la session ne pas être bonne en résolution de problèmes alors qu'elle a résolu correctement, sans aide, la majorité des problèmes qui lui ont été présentés (*Jacinthe*).

4.2.1.4 Les autres sentiments exprimés

Pour chacun des problèmes proposés, les étudiants devaient écrire leurs sentiments en trois temps : immédiatement après la lecture de l'énoncé, pendant la résolution du problème et après. Comme nous n'avons pas nommé de sentiments dans nos questionnaires, nous considérons que ceux qui sont ressortis dans les écrits des étudiants sont des attitudes (affectives) plus « spontanées » que celles qui ont fait explicitement l'objet de questions.

Pendant la session, presque tous les étudiants (*Annabelle, Blanche, Cloé, Dominique, Ève, Fabien, Gabrielle, Hélène, Irène, Jacinthe*) affirment qu'ils ont confiance en leurs habiletés à résoudre un problème donné, et ce, pour différents problèmes. La confiance en soi est aussi parfois exprimée de manière plus implicite, comme par exemple chez certains étudiants qui affirment se sentir « bien » ou « confortable » (*Annabelle, Hélène, Irène, Jacinthe, Katia*) ou encore chez d'autres qui affirment se sentir « normal », « correct », « pas si pire » ou encore « so, so » (*Cloé, Fabien, Katia*) face au problème en particulier. D'autres attitudes affectives « positives » sont exprimées avant la résolution. En effet, quelques étudiantes affirment avoir hâte de résoudre certains problèmes tout en étant intriguées par d'autres (*Ève, Katia*). Aussi, une se dit « contente » lorsqu'elle a confiance en elle-même et que le problème lui paraît facile (*Ève*) alors qu'une autre se dit « heureuse » face à un problème qui lui semble facile (*Jacinthe*).

Alors que presque tous les étudiants mentionnent explicitement avoir confiance en leurs habiletés à résoudre un problème immédiatement après en avoir lu l'énoncé, il n'y a environ que la moitié des étudiants qui mentionnent explicitement douter de leurs habiletés après la lecture de certains énoncés (*Blanche, Dominique, Ève, Hélène, Jacinthe, Katia*). Des adjectifs tels que « bouleversée », « insécure », « incertaine », « craintive » et « mal à l'aise » sont tout de même utilisés par certaines personnes pour montrer qu'elles ne se sentent pas bien face à un problème donné (*Annabelle, Cloé, Dominique, Katia*). D'autres attitudes affectives « négatives » sont exprimées avant la résolution. En effet, plusieurs étudiants se disent « confus » ou « mêlés » face à des problèmes qu'ils ne comprennent pas très bien (*Cloé, Dominique, Ève, Hélène, Katia*). Certains étudiants utilisent aussi des mots tels que « stresser » (*Dominique, Hélène*), « peur » (*Ève*), « nerveuse » (*Hélène*) et « anxieuse » (*Jacinthe*) qui, pour nous, démontrent un certain niveau d'anxiété. Enfin, quelques étudiants mentionnent aussi qu'ils devront aller voir leurs amis pour de l'aide (*Cloé, Katia*) après la lecture de quelques problèmes qui leur ont été présentés. Ceci est pour nous un signe qu'ils n'ont pas pleinement confiance en leur interprétation de ces problèmes ou encore en leurs habiletés à les résoudre.

En cours de résolution, tous les participants à notre recherche expriment à la fois des sentiments « négatifs » et des sentiments « positifs ». Parmi les sentiments les plus souvent exprimés, nous retrouvons la confiance, la satisfaction, la fierté, l'étonnement, le doute, la frustration, l'impuissance et le découragement. En fait, tous les étudiants expriment de la confiance, que ce soit de la confiance en eux-mêmes, en leurs méthodes, en leurs solutions ou encore en leurs collègues. Aussi, la grande majorité des étudiants affirment être satisfaits parce qu'ils ont trouvé une solution plausible, mais quelques-uns mentionnent l'être pour d'autres raisons : parce que le problème n'était pas long à résoudre (*Cloé, Ève*), parce qu'ils ont appris une autre méthode de résolution (*Gabrielle*), parce qu'ils ont eu de l'aide (*Jacinthe*) ou, au contraire, parce qu'ils ont réussi le problème par eux-mêmes (*Cloé*). Ensuite, la majorité des étudiants laissent entendre au moins une fois dans la session qu'ils sont fiers d'eux, des « bonshommes sourire » accompagnent même les écrits de plusieurs. De plus, environ la moitié sont parfois étonnés de trouver le problème plus facile qu'ils ne le pensaient au début.

Comme nous l'avons mentionné précédemment, tous les étudiants expriment de la confiance en cours de résolution. Or, ils expriment tous aussi confusion et doute relativement à au moins un aspect de la résolution de problèmes. Plus précisément, le doute est souvent exprimé par rapport à la compréhension du problème, à la méthode ou au raisonnement utilisé, à la solution trouvée et à l'existence d'une solution. Il est à noter que les sentiments négatifs sont parfois accompagnés dans le texte de visages tristes, tout comme les sentiments positifs sont souvent accompagnés de visages souriants. Nous remarquons toutefois que moins d'étudiants ont recours aux visages tristes qu'aux visages souriants.

Les sentiments les plus exprimés par un étudiant pendant la session ne sont pas les mêmes d'un étudiant à l'autre. Parmi les sentiments les plus exprimés par une personne, il y a la satisfaction (*Blanche, Cloé, Dominique, Ève, Gabrielle, Irène, Jacinthe*), le doute (*Annabelle, Ève, Fabien, Hélène*) ainsi que la confiance en soi (*Ève, Fabien, Gabrielle*). À cette liste, s'ajoutent aussi la frustration (*Hélène, Katia*), l'étonnement face à la « facilité » du problème (*Blanche, Jacinthe*), l'indifférence (*Gabrielle*), l'impuissance et la confiance en ses collègues (*Cloé*).

Nous remarquons aussi quelques différences dans les circonstances dans lesquelles les étudiants expriment certains sentiments. Par exemple, Annabelle exprime de la satisfaction seulement après avoir exprimé un doute ou de la frustration tandis que Blanche exprime ce même sentiment seulement lorsqu'elle parvient à n'exprimer aucun sentiment « négatif » en cours de résolution.

Nous remarquons aussi que quelques étudiants n'expriment aucune frustration lors de la résolution des problèmes qui leur ont été présentés pendant la session (*Fabien, Irène*) et que même l'étudiante qui affirme détester la résolution de problèmes n'exprime de la frustration que très rarement. D'ailleurs, l'un des sentiments qu'elle exprime le plus souvent lors de la résolution d'un problème est la satisfaction (*Cloé*). De plus, avoir de la difficulté à résoudre un problème ne semble pas toujours engendrer des sentiments négatifs, particulièrement chez Dominique.

Après la résolution d'un problème, si les étudiants avaient aimé le problème, ils devaient expliquer pourquoi. Inversement, s'ils ne l'avaient pas aimé, ils devaient expliquer comment ils se sentaient après l'avoir résolu. Or, lorsqu'ils affirment ne pas avoir aimé un problème, plusieurs étudiants expliquent pourquoi ils ne l'ont pas aimé au lieu de préciser leurs sentiments ou encore ils reprennent les sentiments qu'ils ont ressentis au cours de la résolution du problème au lieu de se prononcer sur les sentiments ressentis après la résolution. Ainsi, à la suite de la résolution d'un problème qu'ils n'ont pas aimé, certains étudiants mentionnent avoir ressenti de la frustration (*Annabelle, Gabrielle, Hélène, Katia*), de l'incertitude (*Fabien*), du stress (*Hélène*), avoir eu un sentiment de faire fausse route (*Annabelle*) ou encore s'être sentis « faibles » (*Cloé*) pendant la résolution du problème. Il est à noter que certains de ces sentiments ne sont pas exprimés de manière explicite en cours de résolution, ce qui nous laisse croire que certains des sentiments ressentis lors de la résolution de problèmes n'ont pas toujours été écrits.

Quoique les étudiants ne se prononcent pas aussi souvent que nous l'aurions souhaité sur leurs sentiments après la résolution d'un problème qu'ils n'ont pas aimé, certains étudiants le font tout de même à quelques reprises pendant la session. En effet, plusieurs affirment être encore frustrés après la résolution (*Annabelle, Blanche, Ève, Jacinthe, Katia*). Certains sont déçus (*Ève, Gabrielle*), stressés (*Hélène*), doutent de leur méthode et de leur solution (*Dominique, Ève*) et mentionnent aussi « détester » la résolution de problèmes à la suite de certaines résolutions (*Cloé, Dominique*). L'indifférence est aussi mentionnée, par Cloé, qui exprime sa frustration face aux questions auxquelles elle doit répondre plutôt que face aux problèmes eux-mêmes (*Cloé*). Enfin, des sentiments plus « positifs » sont aussi exprimés suite à des problèmes qui n'ont pas été appréciés, tels que la satisfaction, la fierté et le soulagement (*Annabelle, Blanche, Hélène*).

Pour ce qui est des problèmes que les étudiants ont aimé résoudre, certains se sont prononcés sur leurs sentiments pendant et à la suite de la résolution de ces problèmes, et ce, même si nous ne l'avions pas demandé. Quelques étudiantes mentionnent d'ailleurs les sentiments qu'elles ont ressentis lors de la résolution du problème, soient de la peur (*Ève*) et

de la fierté après avoir trouvé une solution à un autre problème (*Gabrielle*). Certains étudiants mentionnent aussi leurs sentiments après la résolution d'un problème. Ils disent alors « fiers » d'eux (*Gabrielle, Irène*), contents d'avoir résolu le problème (*Fabien, Jacinthe*), contents d'avoir eu de l'aide (*Hélène*), trouvé plaisant d'arriver à une solution après y avoir travaillé longtemps (*Blanche*) ou encore contents d'avoir finalement résolu le problème (*Gabrielle*). Une seule étudiante manifeste des sentiments « négatifs » à la suite de la résolution d'un problème qu'elle affirme avoir aimé. Plus précisément, elle affirme être un peu frustrée, car elle n'est pas certaine de sa réponse après la résolution du problème des « 4 » (*Ève*).

Les sentiments que les étudiants expriment lors de la résolution d'un problème varient beaucoup selon le problème, entre autres selon les difficultés rencontrées en tentant de le résoudre, et tous n'expriment pas les mêmes sentiments aux mêmes problèmes. Il donc difficile de nous prononcer sur l'évolution des sentiments au cours de la session. Nous remarquons tout de même chez quelques étudiants de petits changements au fil de la session. Au début de la session, Fabien, par exemple, utilise souvent des expressions qui laissent croire qu'il est content et il se dit même fier de lui à quelques reprises. Or, à partir de la 6^e résolution de problème, il n'exprime plus de satisfaction et de fierté, et ce, même s'il a souvent confiance en lui-même. Dominique, elle, est découragée et frustrée à quelques problèmes au début de la session et exprime particulièrement beaucoup de frustration au problème des abeilles, soit le 5^e problème qui lui a été présenté. À la suite de cette résolution, elle n'exprime aucun sentiment « négatif ». Elle se dit plutôt confiante ou contente d'avoir résolu le problème tout en utilisant des visages souriants, et ce, même si elle affirme après la résolution qu'elle l'a trouvé difficile. Inversement, jusqu'à la mi-session Ève, elle, exprime surtout des sentiments « positifs », soit de la confiance, du contentement et de la fierté. Par la suite, elle exprime souvent du doute lors de la résolution d'un problème tout en étant contente de l'avoir résolu à la fin. Enfin, elle termine les dernières résolutions de problème en exprimant de la frustration. Ce passage de sentiments « positifs » à sentiments « négatifs » chez Ève au cours de la session pourrait peut-être avoir eu un rôle à jouer sur la diminution de sa confiance que nous avons perçue en regardant les questionnaires diagnostic et final.

4.2.2 Attitudes cognitives

Dans les questionnaires diagnostics et final, nous avons posé explicitement des questions sur les attitudes par rapport à tous les aspects cognitifs de la résolution de problèmes retenus dans le cadre théorique, soit la chance, la mémorisation, la schématisation, la vérification, l'obtention d'une solution valide, la généralisation, le nombre de méthodes de résolution, le nombre de solutions ainsi que la compréhension de l'énoncé. Les attitudes par rapport au nombre de méthodes de résolution possibles ainsi qu'au nombre de solutions possibles ont fait aussi l'objet de questions explicites pendant la session tandis que des traces des autres attitudes affectives se retrouvent plus « spontanément » dans les écrits des étudiants pendant la session. De plus, certains étudiants semblent accorder une importance particulière à certains contextes dans lesquels les problèmes sont présentés, aspect de la résolution de problèmes à propos duquel nous n'avons pas posé de questions.

4.2.2.1 L'importance de la chance

Pour la grande majorité des étudiants, la chance est inutile ou peu importante lorsque vient le temps de résoudre un problème. D'ailleurs, il n'y a que Blanche qui affirme à la fois au début et à la fin de la session que la chance est importante et Cloé qui pense, à la fin de la session, que la chance est importante alors qu'elle disait le contraire au début de la session.

En regardant les écrits des étudiants, nous ne retrouvons aussi que très peu de référence à la chance lors de la résolution de problèmes. D'ailleurs, il n'y a qu'une mention de la chance dans tous les écrits des étudiants. Hélène mentionne qu'avec de la chance, la solution qu'elle a trouvée au problème de l'âge de l'homme est peut-être valide, mais qu'elle en doute.

Même si la majorité des étudiants ne trouvent déjà pas la chance importante au début de la session, plusieurs ont l'impression à la fin de la session qu'ils se fient « moins » (*Blanche, Dominique, Ève, Fabien, Jacinthe*) ou « beaucoup moins » (*Annabelle, Jacinthe*) à la chance qu'avant l'expérimentation. Les autres étudiants ne perçoivent aucun changement

dans leurs attitudes face à l'importance de la chance, et ce, même si dans certains cas leur choix de réponse passe d'« inutile » à « peu importante » (*Gabrielle, Katia*) ou encore d'« inutile » à « importante » (*Cloé*).

4.2.2.2 L'importance de la mémorisation

Aux questionnaires diagnostic et final, plusieurs étudiants trouvent que la mémorisation est importante en résolution de problèmes, alors que d'autres mentionnent simplement que la mémorisation peut être pratique ou « ne peut pas faire tort » sans toutefois préciser davantage (*Dominique, Fabien, Hélène*). Parmi les étudiants qui précisent leur choix de réponse, il y a les étudiants qui justifient leurs propos en faisant référence à l'utilisation de la mémorisation à moyen ou à long terme tandis que d'autres mentionnent la mémorisation à court terme. Ceux qui font référence à la mémorisation à long terme expliquent que la logique n'est pas toujours suffisante, que les notions apprises, telles que les étapes à suivre et les formules (*Katia*), sont aussi importantes (*Cloé, Ève*) et que les résolutions de problèmes déjà faites pourraient aider à résoudre un nouveau problème (*Gabrielle*). Les autres affirment que la mémorisation de l'énoncé d'un problème est importante (*Cloé, Fabien, Jacinthe*), en précisant parfois que la mémorisation peut aider à mieux comprendre le problème (*Jacinthe*). Ceci étant dit, nous trouvons à la fois intéressant et surprenant que certains étudiants associent le mot « mémorisation » à l'énoncé du problème au lieu de l'associer à la mémorisation de formules ou autres notions mathématiques.

De l'autre côté, les étudiants qui pensent que la mémorisation n'est pas importante précisent davantage sans toutefois laisser de traces à savoir s'ils considèrent la « mémorisation » de notions apprises ou encore la mémorisation de l'énoncé. Certains expliquent toutefois que le « travail » et les explications sont plus importants que la mémorisation (*Annabelle, Jacinthe*) et que la mémorisation n'est pas équivalente à compréhension (*Irène*). D'autres mentionnent que la logique, le sens de l'observation et le « bon sens » sont plus importants que la mémorisation (*Blanche, Katia*).

L'attitude par rapport à l'importance de la mémorisation en résolution de problème ne fait pas l'objet de questions au cours de la session, mais en regardant les résolutions de problèmes des étudiants, nous remarquons qu'ils ont parfois recours à des notions apprises antérieurement, ce qui pourrait influencer leur attitude par rapport à la place de la mémorisation en résolution de problèmes. D'ailleurs, nous remarquons que certains étudiants utilisent la notation des classes résiduelles apprise en classe lors de la résolution du problème des blocs (*Annabelle, Cloé, Jacinthe*) et que presque tous les étudiants utilisent un tableau pour résoudre le problème des métiers, spécifiant qu'ils utilisaient cette méthode pour résoudre des problèmes similaires à l'école. Quelques étudiants utilisent aussi des formules apprises dans le cadre d'autres cours, comme par exemple une formule de physique pour le problème de la fourmi (*Jacinthe*) et une formule de statistique pour celui du casino (*Gabrielle*). De plus, une étudiante précise qu'elle se souvient de la solution au problème des 9 points (*Gabrielle*) et une autre étudiante présente une démonstration du théorème de Pythagore qu'elle avait déjà apprise (*Annabelle*). Enfin, Katia, elle, mentionne au problème du casino qu'elle ne se souvient pas comment le résoudre et elle mentionne au problème de l'échiquier qu'elle ne se souvient pas de ce qu'est un échiquier. Ces deux références à la mémoire ne semblent toutefois pas avoir influencé l'attitude de Katia puisqu'elle passe de « plutôt en accord » à « plutôt en désaccord », ce qui veut dire qu'à la fin de la session, elle pense que la mémorisation n'est pas très importante en résolution de problèmes, même si elle vient de résoudre des problèmes où des notions apprises antérieurement auraient pu être utiles.

Comme nous l'avons mentionné précédemment, plusieurs étudiants sont en accord avec le fait que la mémorisation est importante en résolution de problèmes, à la fois au début et à la fin de la session (*Cloé, Dominique, Ève, Fabien, Gabrielle, Hélène, Jacinthe*). De plus, même si, au cours de la session, certains étudiants semblent avoir changé un peu d'avis par rapport à l'importance de la mémorisation en résolution de problèmes, il n'y a que Katia qui, à la fin de la session, passe de « plutôt d'accord » à « plutôt en désaccord ». Parmi les étudiants qui ne font pas tout à fait le même choix de réponses à la fin et au début de la session, il y en a tout de même plusieurs qui semblent croire que leur attitude par rapport à l'importance de la mémorisation n'a pas changé puisqu'ils cochent à la fin du questionnaire

final qu'ils pensent « autant » qu'avant que la mémorisation est importante en résolution de problèmes (*Cloé, Hélène, Jacinthe, Katia*). C'est d'ailleurs aussi le cas de Katia, qui pourtant semble être passée de « plutôt d'accord » à « plutôt en désaccord », ce qui nous laisse croire qu'elle a peut-être mal lu les choix de réponses (nous reviendrons sur ce type d'erreur dans la conclusion). De même, il y a quelques étudiants qui font le même choix de réponse au début et à la fin de la session, mais qui affirment à la fin de la session que la mémorisation est plus importante pour eux qu'elle ne l'était au début de l'expérimentation (*Gabrielle, Fabien*) ou qui affirment le que la mémorisation est beaucoup moins importante qu'elle ne l'était au début (*Blanche*). Il est difficile pour nous de savoir s'il y a effectivement eu changement d'attitude ou non chez ces étudiants puisqu'avec les informations que nous avons, les deux sont plausibles. Par exemple, chez les étudiants qui ne choisissent pas le même choix de réponse, mais qui ne pensent pas avoir changé d'attitude, il est possible qu'ils aient changé d'attitude sans s'en rendre compte, mais il est aussi possible qu'ils n'aient pas changé d'attitude et qu'ils n'ont pas tranché du même côté lors d'un moment d'hésitation face à cette question aux questionnaires diagnostic et final.

4.2.2.3 L'importance de la schématisation

Pendant la session, tous les étudiants ont utilisé des schémas dans au moins six résolutions de problèmes, que ce soit pour ressortir les données, résoudre le problème ou encore illustrer leur solution. Certains des étudiants qui utilisent des schémas dans six ou sept problèmes pendant la session affirment dans le questionnaire final utiliser des schémas « rarement » (*Dominique, Fabien*) alors que d'autres affirment les utilisés « souvent » (*Annabelle, Cloé, Gabrielle, Jacinthe*), ce qui, pour certains est autant (*Annabelle, Cloé, Dominique, Fabien, Gabrielle*) ou moins qu'avant (*Jacinthe*). Pour ce qui est des étudiants qui utilisent des schémas dans plus de sept résolutions de problèmes, ils affirment à la fin de la session utiliser des schémas « souvent » (*Blanche, Ève, Hélène, Katia*) ou « toujours » (*Irène*), ce qui est « autant » qu'avant pour une étudiante (*Ève*), « plus » qu'avant pour d'autres (*Blanche, Hélène*) et « beaucoup plus » qu'avant pour d'autres (*Irène, Katia*).

Peu d'étudiants semblent avoir changé d'attitudes quant à l'utilisation des schémas lors de la résolution de problèmes. En effet, il n'y a que deux étudiants qui répondent différemment à la question portant sur la schématisation aux questionnaires diagnostic et final, soit ceux qui affirment à la fin de la session utiliser des schémas « beaucoup plus » souvent qu'au début de la session (*Irène, Katia*). Katia affirme d'ailleurs à la fin de la session qu'elle utilise souvent des schémas, ce qu'elle affirmait ne faire que rarement au début de la session puisqu'elle n'y pensait pas. De plus, le choix de réponse d'Irène en ce qui concerne la fréquence d'utilisation de schémas passe de « souvent » au début de la session à « toujours » à la fin de la session. Irène est aussi la seule qui coche soit au début ou à la fin de la session « toujours » utiliser des schémas. Or, en observant ses écrits, nous remarquons qu'il y a tout de même quelques problèmes qu'elle remet à des fins d'analyse où elle n'utilise pas de schémas (*Fourmi, Âge, Magie, Les « 4 »*), même qu'elle utilise des schémas moins souvent qu'Ève et Katia, qui elles n'osent pas cocher « toujours ».

Parmi les quatorze problèmes qui leur ont été présentés pendant la session, tous les étudiants ont utilisé des schémas aux problèmes des 9 points, du théorème de Pythagore ainsi qu'au problème des verres. De plus, dix étudiants sur les onze ont utilisé des schémas au problème des métiers ainsi qu'au problème de la généalogie des abeilles. D'un autre côté, personne n'a présenté de schémas au problème du truc de magie ainsi qu'à celui des « 4 » et il n'y a que deux ou trois étudiants qui ont utilisé des schémas aux problèmes de la balance et de l'âge de l'homme.

Lorsque questionnés sur leurs raisons d'utiliser ou non des schémas, la majorité des étudiants ont répondu qu'ils utilisent souvent des schémas puisque ceux-ci les aident à visualiser ou à comprendre le problème (*Annabelle, Cloé, Ève, Gabrielle, Hélène, Irène, Jacinthe, Katia*). Quelques étudiants justifient tout de même autrement leur grande utilisation de schémas. En effet, une étudiante affirme que les schémas l'aident à classer les données (*Gabrielle*) et une autre affirme que les schémas l'aident à s'exprimer (*Hélène*). Pour ce qui en est des quelques étudiants qui affirment utiliser rarement des schémas, certains précisent qu'ils font seulement le nécessaire lors de la résolution d'un problème (*Dominique, Fabien*), qu'ils essayent de résoudre le problème dans leur tête (*Fabien*) ou encore qu'ils n'y

pensent pas (*Katia*). Une étudiante ajoute aussi au début de la session que l'utilisation de schémas la « mélange » parfois (*Irène*).

4.2.2.4 L'importance de la vérification

Environ la moitié des étudiants affirme, à la fois au début et à la fin de la session, vérifier « souvent » ou encore « toujours » leurs solutions (*Annabelle, Ève, Gabrielle, Fabien, Irène, Jacinthe*). Or, pendant la session, il y a très peu de traces de vérification dans les écrits de presque tous les étudiants. D'ailleurs, Jacinthe, l'étudiante qui laisse le plus de traces de vérification n'en laisse qu'à sept problèmes pendant la session (*Blocs, Métiers, Pommes, 9 points, Abeilles, Fourmi, Âge*), et ce, même si elle affirme « toujours » vérifier sa solution. De plus, la 2^e personne à laisser le plus de traces de vérification est l'une des personnes qui, si nous nous fions à ses réponses aux questionnaires diagnostic et final, vérifie ses solutions « rarement » à la fin de la session, ce qui semble être moins souvent qu'au début de la session puisqu'elle écrivait à ce moment vérifier ses solutions « souvent » (*Hélène*). La grande majorité des étudiants mentionne tout de même avoir vérifié leur solution au moins une fois dans la session. Par ailleurs, il n'y a que Cloé et Dominique qui ne laissent aucune trace de vérification pendant la session. Ces deux étudiantes font aussi partie des trois qui affirment vérifier « rarement » leur solution à la fin de la session (*Cloé, Dominique, Hélène*). Cette non-vérification de sa solution ne semble pas être nouvelle pour l'une d'entre elles (*Cloé*) puisqu'au début de la session elle affirmait aussi vérifier « rarement » sa solution en précisant qu'elle « révise » toutefois sa « résolution » tandis que pour l'autre (*Dominique*), cette attitude à la fin de la session semble être nouvelle puisqu'elle affirmait au questionnaire diagnostic qu'elle vérifiait « toujours » sa solution.

La plupart des étudiants affirment qu'ils vérifient leur solution parce qu'ils veulent avoir une solution valide (*Annabelle, Dominique, Ève, Fabien, Irène, Jacinthe*) ou parce qu'ils veulent éviter les erreurs de calculs ou d'inattention (*Fabien, Gabrielle, Hélène, Irène, Jacinthe, Katia*). De façon plus ponctuelle, nous retrouvons aussi parmi les raisons pour lesquelles les étudiants affirment vérifier leurs solutions l'idée que la résolution de problèmes « vaut beaucoup de points » (*Fabien*) et qu'ils veulent s'assurer de présenter une solution

« qui fait du sens » (*Hélène*). Pour ce qui est des raisons pour lesquelles les étudiants ne vérifient pas leurs solutions, il y a le fait que c'est difficile de toujours vérifier (*Dominique*), qu'ils ne savent pas comment faire (*Cloé*), que la résolution de problème prend déjà beaucoup de temps (*Blanche*), qu'ils ont l'habitude de ne pas réviser (*Katia*) et qu'ils seront frustrés s'ils trouvent des erreurs dans la solution d'un problème qu'ils ont trouvé difficile (*Hélène*).

La relecture de l'énoncé et de la résolution semble utilisée par la majorité afin de vérifier leur solution, mais nous avons l'impression qu'ils ne mentionnent pas toujours l'utilisation de celle-ci dans leurs écrits. Cette méthode est tout de même explicitement mentionnée au problème des métiers (*Annabelle, Blanche, Gabrielle, Katia*), à celui des 9 points (*Hélène*), à celui de l'âge de l'homme (*Annabelle, Ève*) et à celui des verres (*Annabelle*). Certains remettent aussi la solution qu'ils ont trouvée dans l'énoncé au problème des pommes (*Ève, Gabrielle, Hélène, Irène, Jacinthe, Katia*), à celui de l'âge de l'homme (*Gabrielle, Irène*) ou encore au problème des « 4 » (*Fabien, Hélène*). Quelques personnes mentionnent aussi comparer leurs solutions avec leurs amis (*Hélène – balances, Irène- abeilles*), en particulier Jacinthe qui fait référence à cette méthode de vérification à cinq problèmes pendant la session (*Blocs, Métiers, 9 points, Abeilles, Fourmi*). Enfin, quelques personnes utilisent des schémas pour vérifier leur solution au problème des blocs (*Ève*), à celui des verres (*Ève*) ou encore à celui de la fourmi (*Hélène*).

Lorsque questionnés sur leurs méthodes de vérifications au début et à la fin de la session, certains étudiants ne se prononcent pas sur la question tandis que d'autres affirment vérifier leur solution en relisant leur résolution, en vérifiant leurs calculs ou en refaisant le problème (*Ève, Fabien, Irène*). Il y a aussi une personne qui dit remettre sa solution dans l'énoncé (*Dominique*), d'autres qui mentionnent regarder si leur solution fait du sens (*Blanche, Hélène*) et une autre qui affirme comparer sa solution avec ses amis (*Annabelle*). En regardant les résolutions de problèmes des étudiants, nous remarquons que ces méthodes de vérifications sont toutes utilisées par plus d'étudiants que ceux qui l'affirment dans les questionnaires diagnostic et final. D'ailleurs, plusieurs donnent l'impression d'avoir relu leur résolution de problèmes à une ou quelques reprises dans la session (*Annabelle, Gabrielle,*

Hélène, Jacinthe, Katia), d'autres remettent leur solution dans l'énoncé de certains problèmes (*Ève, Gabrielle, Hélène, Irène, Katia*) et quelques-uns refont leur résolution (*Fabien, Hélène*). Certains étudiants laissent aussi dans leurs écrits des traces qui nous permettent de conclure qu'ils ont regardé si la solution qu'ils ont trouvée est plausible ou non (*Annabelle, Blanche, Ève*) et d'autres affirment avoir comparé leur solution avec des collègues (*Hélène, Irène, Jacinthe*). Enfin, la seule méthode utilisée qui n'a pas été mentionnée dans les questionnaires diagnostic et final est la vérification à l'aide de schémas qui est utilisée pendant la session par quelques étudiants (*Ève, Hélène, Irène*).

À la fin de la session, il n'y a que deux étudiantes qui pensent avoir changé d'habitude en ce qui a trait à la vérification de leur solution. Toutes les deux affirment d'ailleurs vérifier leur solution « beaucoup plus » souvent qu'avant, et ce, même si elles affirmaient « toujours » vérifier leur solution au questionnaire diagnostic (*Irène, Jacinthe*). Les autres étudiants ne perçoivent aucun changement dans leur habitude de vérification puisqu'au questionnaire final ils cochent vérifier leurs solutions « autant » qu'avant l'expérimentation (*Annabelle, Blanche, Cloé, Dominique, Ève, Fabien, Gabrielle, Hélène, Katia*). Or, en regardant leurs réponses au questionnaire diagnostic et final, nous remarquons que cinq de ces étudiantes semblent avoir changé d'attitudes par rapport à la vérification de leur solution, du moins légèrement puisque leurs réponses aux questionnaires diagnostic et final varient. Certaines semblent vérifier leur solution moins souvent qu'avant puisque leurs choix de réponses passent de « toujours » à « souvent » (*Ève*), de « souvent » à « rarement » (*Hélène*) et de « toujours » à « rarement » (*Dominique, Katia*) et une étudiante semble vérifier ses solutions plus souvent puisque ses choix de réponses passent de « rarement » à « souvent » (*Blanche*).

4.2.2.5 L'importance d'obtenir une solution valide

Au début de la session, il y a plus d'étudiants qui sont en désaccord avec le fait que l'obtention d'une solution valide est l'aspect le plus important en résolution de problèmes (*Annabelle, Cloé, Gabrielle, Irène, Jacinthe, Katia*) qu'il en a en accord avec cette même affirmation (*Blanche, Ève, Fabien, Hélène*). À la fin de la session, nous faisons le même

constat. Cependant, il nous semble important que quelques étudiants changent de comportement. Nous remarquons aussi que presque tous les étudiants ont changé un peu de position par rapport à cet aspect de la résolution de problèmes, soit en étant plus en accord qu'avant (*Gabrielle, Jacinthe*) ou moins en accord qu'avant (*Annabelle, Blanche, Dominique, Ève, Fabien, Hélène, Irène, Katia*).

Les étudiants qui ne sont pas en accord avec le fait que l'aspect le plus important en résolution de problèmes est l'obtention d'une solution valide justifient souvent leur désaccord en expliquant qu'avoir une bonne démarche ou un bon raisonnement est plus important qu'obtenir une bonne solution (*Annabelle, Cloé, Fabien, Gabrielle, Irène, Katia*). Il y a toutefois d'autres raisons pour lesquelles les étudiants ne sont pas en accord avec cet aspect de la résolution de problèmes. Par exemple, Cloé explique que la solution n'est pas l'aspect le plus important en résolution de problème puisque ce n'est pas l'aspect auquel le plus de points sont attribués tandis que Dominique met l'accent sur l'effort en résolution de problème et Jacinthe sur la compréhension du problème. Ces deux derniers aspects, soit l'effort et la compréhension pourraient toutefois être reliés au travail et au raisonnement mentionnés par plusieurs, dépendamment de ce que ces étudiantes entendent par « effort » et « compréhension ».

Pour ce qui est des étudiants qui sont en accord avec le fait que l'aspect le plus important en résolution de problème est l'obtention d'une bonne solution, les justifications sont variées. Au début de la session, un étudiant explique qu'il est en accord puisqu'une bonne solution équivaut à un bon travail (*Fabien*). Une autre personne affirme quant à elle accorder une importance particulière à la validité de la solution au début de la session puisqu'elle « aime » avoir « le problème de bien » (*Hélène*), idée que nous retrouvons d'ailleurs encore dans ses écrits à la fin de la session. Deux autres expliquent, à la fin de la session, qu'elles ont changé d'attitude par rapport à l'importance accordée à la validité d'une solution puisqu'elles se sont aperçues qu'elles essayent toujours d'avoir une solution valide (*Gabrielle, Jacinthe*), sans toutefois dire pourquoi. Une autre affirme au début de la session qu'elle accorde une importance à la validité de la solution puisqu'elle veut bien réussir dans le cours (*Ève*). Or, à la fin de la session, même si elle est encore un peu en accord avec le fait

qu'obtenir une solution valide est important, sa justification rejoint celles données par ceux qui ne sont pas en accord avec cette idée puisqu'elle explique que le plus important est de réfléchir et d'appliquer ses connaissances, en autres mots, l'important c'est d'essayer. Les propos d'une autre étudiante vont aussi dans ce sens puisqu'elle explique que même si elle est consciente que la solution n'est pas l'aspect le plus important en résolution de problèmes, elle lui accorde une importance particulière puisqu'elle en a besoin pour avoir « vraiment fini » le problème (*Blanche*).

Bref, peu d'étudiants semblent accorder une importance particulière à la validité de la solution trouvée et même ceux qui le font le font pour leur satisfaction personnelle et sont en accord avec les autres pour dire que l'aspect le plus important en résolution de problème est le raisonnement et non la validité de la solution. L'idée que l'aspect le plus important en résolution de problème n'est pas l'obtention d'une solution valide a peut-être été influencée par le fait que nous n'accordions aucune ponctuation à la solution obtenue lors de la correction de la résolution de problème. En essayant de ne pas biaiser les données sur la persévérance des étudiants, nous avons peut-être renforcé l'idée que la validité de la solution ne doit pas être très importante puisque ce n'est pas l'aspect qui récompense le plus, idée qui a d'ailleurs été exprimée explicitement par Cloé.

4.2.2.6 L'importance accordée à la généralisation

Les étudiants semblent avoir de la difficulté à généraliser leurs solutions. En effet, lorsque nous leur demandons explicitement de généraliser leur solution (*Magie, Échiquier*), ils essayent de le faire, mais seulement quelques étudiants y parviennent pour le truc de magie (*Blanche, Gabrielle, Irène, Jacinthe*) et/ ou pour le nombre de carrés de l'échiquier (*Fabien, Irène, Jacinthe, Katia*). L'explication d'une preuve déjà faite semble un peu moins difficile pour certains puisqu'environ la moitié des étudiants arrivent à expliquer dans leurs propres mots la preuve du théorème de Pythagore qu'ils ont trouvée sur Internet (*Annabelle, Blanche, Gabrielle, Hélène, Irène, Jacinthe*).

Le recours à la généralisation lorsque celle-ci aide à résoudre un problème semble tout de même plus facile que dans les autres cas. Plusieurs y ont recours en effet pour trouver la solution numérique demandée au problème des abeilles (*Annabelle, Ève, Fabien, Gabrielle, Jacinthe, Katia*) et pour obtenir une solution numérique pour le nombre de carrés d'un échiquier 8 par 8 (*Blanche, Ève, Hélène, Irène, Jacinthe, Katia*). Alors qu'une seule ressent le besoin de généraliser sa solution au problème des blocs (*Irène*). Il faut noter toutefois qu'en ce qui concerne le problème des blocs, ceci pourrait s'expliquer en partie par le fait que la majorité des étudiants ne semblent pas percevoir que la solution recherchée est un reste et non un nombre de blocs (*Annabelle, Blanche, Dominique, Ève, Gabrielle, Hélène, Irène, Katia*).

Il est difficile pour nous de tirer des conclusions sur l'attitude à l'égard de la l'importance de la généralisation en résolution de problèmes puisque nous n'avons pas questionnée les étudiants sur ce sujet. Cependant, nous avons l'impression qu'il faudrait travailler la généralisation avec les futurs enseignants si nous voulons qu'ils perçoivent davantage la pertinence de le faire.

4.2.2.7 Le nombre de méthodes de résolution possibles

Dès le début de la session, la grande majorité des étudiants sont au moins un peu en accord avec l'idée qu'un problème peut toujours se résoudre de plusieurs façons. À la fin de la session, les étudiants affirment presque tous être « plus » (*Blanche, Cloé, Dominique, Ève, Fabien, Gabrielle*) ou « beaucoup plus » (*Annabelle, Irène, Jacinthe*) en accord avec cet énoncé qu'ils ne l'étaient au début de la session. En fait, il n'y a que Katia qui affirme être « moins » en accord avec cet énoncé, mais elle est tout de même « plutôt d'accord » avec celui-ci à la fin de la session.

Nous remarquons aussi que même si les choix de réponses et les justifications diffèrent un peu d'une personne à l'autre, aucun étudiant n'affirme qu'il arrive souvent qu'un problème se résolve d'une seule façon. Tout au long de la session, certains affirment qu'un problème se résout toujours d'au moins deux différentes façons tandis que d'autres sont plus

réservés et affirment que le nombre de méthodes de résolution dépend du problème, mais qu'il est souvent possible de le résoudre de plusieurs façons. L'idée qu'il y a toujours plusieurs manières de résoudre un problème semble tellement forte chez certains étudiants que même si pendant la session ils ont affirmé que quelques problèmes se résolvaient d'une seule façon, ils affirment à la fin de la session qu'il est toujours possible de résoudre un problème de plusieurs façons (*Blanche, Dominique, Jacinthe*). Cette idée semble aussi influencer les réponses d'autres étudiants au cours de la session puisque même si ceux-ci ne pensent à aucune autre méthode de résolution pour certains problèmes qui leur ont été présentés, ils affirment qu'il y a sûrement d'autres méthodes qui permettent de résoudre ces problèmes puisque les gens ne raisonnent pas tous « de la même façon » (*Ève, Katia*). L'une de ces étudiantes écrit même être « tannée » de répondre à cette question (« Est-ce que tu penses qu'il peut y avoir plus d'un chemin pour arriver à une bonne solution? Pourquoi? »), probablement parce que pour elle, la réponse à cette question ne change jamais (*Katia*).

Cet affermissement de l'attitude concernant le nombre de méthodes permettant de résoudre un problème peut sûrement être expliqué en partie par les problèmes proposés pendant la session puisqu'il n'y a que deux problèmes sur les quatorze qui se résolvent d'une seule façon, soit par essai-erreurs (*9 points, Les « 4 »*). À la suite de la résolution de ces problèmes, il semble tout de même y avoir un risque que les étudiants croient qu'il soit *toujours* possible de résoudre un problème à l'aide de plusieurs méthodes. Les futurs enseignants devraient cependant être conscients qu'il n'y a parfois qu'un seul chemin. Nous traiterons davantage de cette attitude préconisée dans la conclusion.

4.2.2.8 Le nombre de solutions possibles

Au début de la session, les affirmations au sujet du nombre de solutions qu'un problème peut admettre varient d'un extrême à l'autre. Par exemple, Annabelle explique qu'il peut toujours y avoir plusieurs solutions à un problème puisque, selon elle, si le « travail » est bien fait, il ne peut pas y avoir de mauvaise réponse à un problème, tandis que Dominique et Gabrielle, elles, affirment qu'il n'y a toujours qu'une seule solution à un problème, mais qu'il est tout de même possible d'y arriver de différentes façons. Jacinthe

semble elle aussi penser qu'un problème ne peut avoir qu'une seule solution puisqu'elle affirme être « tout à fait » en accord avec l'énoncé, mais elle ne précise pas davantage son choix de réponse. Il y a aussi des étudiants qui se situent entre les deux extrêmes puisqu'ils affirment qu'un problème n'admet pas toujours plus d'une solution, mais que c'est possible. Parmi ceux-ci, certains ne précisent pas leurs idées davantage (*Cloé, Ève, Irène, Katia*) et d'autres expliquent que le nombre de solutions qu'admet un problème dépend du problème lui-même ainsi que des méthodes utilisées afin de le résoudre (*Blanche, Fabien, Hélène*).

À la fin de la session, plusieurs étudiants semblent avoir changé d'avis face au nombre de solutions qu'un problème peut admettre. Ainsi, Annabelle, Dominique, Fabien, Gabrielle, Hélène et Jacinthe en viennent à croire qu'un problème peut parfois admettre plus d'une solution. Les problèmes proposés pendant la session ont possiblement joué un rôle sur ce changement d'attitudes puisque certaines personnes mentionnent le problème des « 4 » (*Annabelle, Dominique*) et celui du théorème de Pythagore (*Jacinthe*) comme exemples de problèmes qui admettent plus d'une solution.

Comme nous l'avons mentionné plus tôt, Ève et Katia soulèvent au début de la session l'idée qu'un problème peut parfois admettre plusieurs solutions. Elles semblent changer d'avis pendant la session. En effet, Ève affirme au questionnaire final que tous les problèmes qui leur ont été présentés n'avaient qu'une seule solution et donc qu'elle est encore plus en accord qu'avant avec l'énoncé qui lui est présenté, soit celui à l'effet qu'un problème admet toujours une seule solution, et ce, même si, pendant la session, elle affirmait à la suite de la résolution de quelques problèmes que ceux-ci admettent plusieurs solutions. Katia, quant à elle, en vient à croire que le nombre de solutions admises par un problème dépend de l'interprétation qu'une personne a du problème ainsi que de la méthode de résolution utilisée, une idée qu'a eue en tête Blanche pendant toute la session.

4.2.2.9 La difficulté accordée à la compréhension de l'énoncé

Les réponses des étudiants au questionnaire diagnostique laissent croire que la majorité de ceux-ci perçoivent la compréhension de l'énoncé comme un des aspects les plus difficiles

de la résolution de problèmes (*Annabelle, Blanche, Cloé, Fabien, Gabrielle, Hélène, Katia, Irène*). Une étudiante a même affirmé que la compréhension de l'énoncé est l'aspect LE plus difficile de la résolution de problèmes (*Jacinthe*). Or, à la fin de la session, environ la moitié des étudiants qui avaient classifié la compréhension de l'énoncé comme l'un des aspects les plus difficiles de la résolution de problèmes affirment que la compréhension de l'énoncé est maintenant, pour eux, un des aspects les plus faciles de la résolution de problèmes (*Annabelle, Cloé, Irène, Katia*). De plus, il n'y a qu'une seule étudiante qui semble trouver la compréhension de l'énoncé plus difficile qu'au début de la session (*Ève*).

Les changements démontrant la compréhension de l'énoncé comme l'un des aspects les plus difficiles à l'un des plus faciles de la résolution de problèmes pourraient s'expliquer de différentes façons. Dans un premier temps, les étudiants pourraient ne pas avoir changé d'avis par rapport à la difficulté de la compréhension de l'énoncé, mais plutôt avoir changé d'avis par rapport aux autres aspects de la résolution de problèmes, ce qui pourrait faire en sorte que la compréhension de l'énoncé est maintenant plus facile que ces autres aspects de la résolution de problèmes. Dans un deuxième temps, comme nous étions préoccupée par cet aspect puisque nous étions consciente du fait que nous nous trouvions dans un milieu où le français est minoritaire, certains problèmes ont été choisis, parfois consciemment, parfois non, parce que l'énoncé n'était pas trop difficile à comprendre. En plus, nous avons fait des précisions en salle de classe pour quelques résolutions de problèmes puisque les énoncés ne nous semblaient pas assez clairs.

Nous remarquons aussi que les étudiants qui affirment à la fin de la session que la compréhension de l'énoncé est un des aspects les plus faciles de la résolution de problème ont laissé entendre qu'ils ont eu de la difficulté à comprendre l'énoncé du problème ou le problème lui-même à au plus de trois reprises pendant la session. Dans la même ligne d'idées, ceux qui perçoivent la compréhension de l'énoncé comme l'un des aspects les plus difficiles semblent avoir éprouvé des difficultés de compréhension, soit de l'énoncé ou du problème, à trois problèmes ou plus pendant la session.

Il est parfois difficile de déterminer si les étudiants ont du mal à comprendre un énoncé en raison du langage utilisé ou en raison de la difficulté du problème lui-même puisque souvent le problème dépasse la question de la langue, comme c'est le cas au problème des 9 points et à celui de la fourmi. Cette difficulté pourrait d'ailleurs faire l'objet d'une autre recherche.

4.2.2.10 L'influence des contextes mathématiques ou autres

Les contextes dans lesquels les problèmes sont présentés aux étudiants ne semblent pas avoir d'influence sur le comportement et les attitudes de la majorité des étudiants. Or, ils semblent tout de même avoir une influence sur la manière dont Annabelle s'y prend pour résoudre certains problèmes tout en influençant l'intérêt d'Ève à résoudre quelques problèmes. Les contextes semblent en effet influencer Annabelle dans sa manière de résoudre les problèmes. Par exemple, elle fait une recherche sur Internet pour savoir si les abeilles se reproduisent vraiment comme le mentionne l'énoncé de la généalogie des abeilles, parce que si ce n'est pas le cas, selon elle, le problème serait impossible à résoudre. De plus, elle conclut, au problème des blocs, que Chantale ne peut pas avoir seulement 9 blocs puisqu'elle doit pouvoir en faire plusieurs rangées, et ce, parce que le mot rangées a un « s » dans l'énoncé du problème. Les contextes semblent aussi influencer l'intérêt et la confiance qu'Ève exprime face à un problème. Elle affirme en effet que le problème des blocs l'intéresse moins que le problème des métiers parce qu'elle aime moins les nombres, qu'elle a peur de ne pas pouvoir résoudre le problème du casino parce qu'elle a de la difficulté en probabilité et qu'elle a hâte de résoudre le problème de magie parce qu'il l'intrigue.

Comme les contextes ne semblent influencer que quelques personnes lorsque de la résolution de problèmes spécifiques, nous ne sommes pas en mesure de nous prononcer sur l'évolution de ces attitudes au long de la session.

4.2.3 Attitudes sociales

Les attitudes sociales retenues dans le cadre théorique concernaient le travail d'équipe et les discussions entre collègues. Une question explicite concernant l'appréciation des discussions entre collègues se retrouvait à la fois dans les questionnaires diagnostique et final. Des traces des attitudes par rapport au travail d'équipe et aux discussions de groupe sont aussi présentes de façon plus « implicite » dans les écrits des étudiants au cours de la session. Nous avons tout de même l'impression que certains étudiants ne mentionnent pas toujours avoir discuté ou travaillé avec des collègues puisque certains de leurs collègues les mentionnent plus souvent qu'eux le font. Un autre aspect social de la résolution de problèmes par rapport auquel les étudiants laissent parfois des traces est la consultation de l'enseignante.

4.2.3.1 Le travail et les discussions en équipe

Dès le début de la session, la grande majorité des étudiants affirment aimer discuter de leurs méthodes et de leurs solutions avec leurs amis. En fait, il n'y a qu'Hélène et Katia qui affirment le contraire. La première précise qu'elle ne discute pas de mathématiques avec ses amis et la deuxième explique qu'elle n'aime pas discuter avec ses collègues parce que tous ne raisonnent pas de la même façon. Katia a encore la même opinion à la fin de la session et elle est maintenant la seule à ne pas aimer discuter avec ses collègues. Parmi ceux et celles qui affirment aimer discuter avec leurs collègues, certains ne perçoivent aucun changement dans leurs attitudes tandis que d'autres affirment aimer encore plus qu'avant partager leurs solutions et leurs méthodes avec leurs amis.

Lorsqu'explicitement questionnés au début et à la fin de la session sur les raisons pour lesquelles ils aiment discuter de leurs solutions et de leurs méthodes, plusieurs étudiants répondent qu'ils aiment consulter leurs collègues pour s'assurer qu'ils ont utilisé une bonne méthode ou encore qu'ils ont trouvé une solution plausible au problème (*Annabelle, Blanche, Cloé, Dominique, Ève, Fabien, Hélène, Irène, Jacinthe*). Certains aiment aussi tout

simplement voir les différentes méthodes de résolutions utilisées par leurs collègues ainsi que les différentes solutions trouvées (*Annabelle, Blanche, Cloé, Fabien, Hélène, Irène*).

Plus rares sont les étudiants qui affirment aimer discuter avec leurs collègues afin de s'assurer d'avoir bien compris le problème, mais il y en a quand même quelques-uns (*Irène, Jacinthe*). De même, il y en a aussi quelques-uns parmi les étudiants forts en résolution de problème qui aiment aider leurs collègues à comprendre et à résoudre le problème (*Ève, Gabrielle*).

Pendant la session, certains étudiants mentionnent avoir travaillé avec des collègues à plusieurs reprises (*Cloé, Dominique, Hélène, Jacinthe*) tandis que d'autres mentionnent seulement leurs collègues à quelques reprises (*Annabelle, Blanche, Ève, Fabien, Irène, Katia*). Parmi les étudiants qui mentionnent leurs collègues moins souvent, nous avons l'impression qu'au moins l'une d'entre eux consulte une amie plus souvent qu'elle ne l'affirme puisque son amie (qui n'a pas été retenue pour une analyse exhaustive) la mentionne lors de la résolution de plusieurs problèmes pendant la session (*Irène*). De plus, même si une autre étudiante mentionne souvent avoir essayé de rejoindre une amie en particulier, elle n'y arrive que pendant la résolution d'un seul problème (*Katia*). Annabelle, elle, ne mentionne jamais avoir travaillé avec des collègues directement, elle mentionne plutôt avoir entendu des collègues discuter du problème en classe. Enfin, il n'y a que Gabrielle qui ne mentionne aucun camarade de classe pendant la session, mais nous nous rappelons avoir vu cette étudiante donner des pistes à quelques camarades après avoir résolu par elle-même certains problèmes qui lui ont été présentés pendant la session.

À la fin de la session, la grande majorité des étudiants affirment aimer « autant » discuter à propos de leurs méthodes et de leurs solutions avec des collègues qu'avant l'expérimentation (*Annabelle, Blanche, Dominique, Ève, Gabrielle, Hélène, Katia*). Les autres étudiants affirment aimer ces discussions « plus » (*Cloé, Fabien*) ou encore « beaucoup plus » (*Irène, Jacinthe*) qu'avant. Or, en regardant leurs choix de réponses aux questionnaires diagnostic et final, nous remarquons que certains étudiants, quoiqu'ils aiment discuter de leurs méthodes et de leurs solutions, semblent moins aimer cette activité à la fin

de la session puisque leur choix de réponses passe de « tout à fait d'accord » à « plutôt d'accord » (*Annabelle, Ève, Fabien*). De plus, Hélène, qui semblait ne pas apprécier cette activité, semble, à la fin de la session, aimer les discussions de groupes. Ainsi, soit que peu d'étudiants ont changé d'avis du début à la fin de la session ou encore qu'ils ont changé d'avis, mais qu'ils ne perçoivent pas ce changement. D'une façon ou d'une autre, la grande majorité des étudiants apprécient au moins un peu les discussions de groupes. Pour ce qui est du travail en équipe, certains affirment travailler avec des amis « moins » souvent qu'avant (*Annabelle, Blanche, Gabrielle*) tandis que d'autres affirment travailler « plus » (*Dominique*) ou même « beaucoup plus » souvent (*Cloé, Irène, Jacinthe*).

4.2.3.2 La consultation de l'enseignante

Pendant la session, nous avons eu peu de questions concernant les résolutions de problèmes, sûrement parce que nous avons précisé en classe que nous ne ferions que clarifier l'énoncé au besoin. Certains ont tout de même tenté de poser des questions lors de la résolution de quelques problèmes pendant la session, questions que nous retournions, sans donner de piste de résolution, souvent et qui entamaient une discussion (*Gabrielle, Katia*). D'autres ont demandés des précisions à une ou deux reprises au cours de la session (*Cloé, Dominique, Fabien, Gabrielle, Hélène*).

Plusieurs étudiants affirment à la fin de la session aller voir l'enseignante moins souvent qu'avant l'expérimentation lorsqu'ils bloquent face à un problème (*Annabelle, Blanche, Dominique, Ève, Gabrielle, Jacinthe*), ce qui a sans aucun doute été influencé, en partie du moins, par le fait que nous avons précisé au début de la session que nous ne répondrions à aucune question portant sur la résolution d'un problème, que nous ferions que clarifier l'énoncé au besoin. Parmi ces étudiants qui affirment aller voir l'enseignante moins souvent qu'avant, il n'y en a que quelques-uns qui ont consulté l'enseignante au cours de la session. Plus particulièrement, Dominique a demandé des précisions aux deux derniers problèmes de la session, soit celui des « 4 » et celui du casino, tandis que Gabrielle a demandé une précision concernant la question du problème des abeilles. Celle-ci a aussi eu quelques discussions avec l'enseignante après avoir tenté de résoudre certains problèmes,

plus précisément les problèmes de l'échiquier, de la fourmi ainsi que celui des « 4 », et ce, avant que l'enseignante ne fasse de précision en classe.

Parmi les étudiants qui affirment à la fin de la session aller voir l'enseignante « autant » qu'avant l'expérimentation, certains sont venus consulter l'enseignante pendant la session tandis que d'autres ne sont pas venus. Ceux qui sont venus voir l'enseignante semblent avoir été influencés par la majorité des discussions qui ont eu lieu. Par exemple, Fabien semble plus confiant en ses habiletés à résoudre les problèmes des 9 points, du truc de magie ainsi que des « 4 » parce qu'il comprend mieux l'énoncé suite aux explications de l'enseignante. À la suite d'une discussion qu'elle a eue avec l'enseignante, Katia semble convaincue qu'il n'y a pas de solution au problème des 9 points, et ce, même si l'enseignante n'a fait que la questionner sur les raisons pour lesquelles elle pensait qu'il ne pouvait pas y avoir de solution. Enfin, Katia et Hélène attribuent leur compréhension du problème du casino aux explications de l'enseignante. D'ailleurs, celle-ci a fait une exception au dernier problème de la session et a résolu le problème avec ceux qui le lui demandaient puisque les probabilités étaient matière à examen et qu'elle n'aurait pas la chance de revenir sur le problème du casino en classe puisque les étudiants devaient le lui remettre après la fin des cours.

Une seule étudiante affirme aller voir l'enseignante plus souvent à la fin de la session qu'elle ne le faisait avant l'expérimentation. Pourtant, elle n'a consulté l'enseignante qu'à un seul problème pendant la session, soit le problème des verres (*Dominique*), ce qui nous semble peu pour affirmer aller voir l'enseignante plus souvent qu'avant. Il est toutefois possible qu'elle prenne aussi en considération l'aide qu'elle a reçue de l'enseignante lorsqu'elle avait de la difficulté avec les devoirs du cours lorsqu'elle a répondu à la question concernant l'aide reçu aux résolutions de problèmes.

Bref, peu d'étudiants vont voir l'enseignante pour de l'aide lorsqu'ils bloquent face à un problème, ce qui est moins souvent qu'avant pour environ la moitié des étudiants. Ce changement de comportement a fort probablement été influencé par le fait qu'elle avait annoncé qu'elle ne répondrait pas à des questions concernant la résolution de problèmes au

début de la session. De plus, les quelques étudiants qui vont la voir au cours de la session semblent avoir plus confiance en leurs habiletés ou en leur solution (qui s'avère non valide) après lui avoir parlé, et ce même si elle ne fait que les questionner sans leur dire s'ils sont sur le bon chemin ou non.

4.2.4 Retour sur l'évolution

Nous remarquons que presque toutes les attitudes des étudiants fluctuent pendant la session, probablement en partie à cause des différents problèmes proposés. En regardant l'évolution des attitudes sur une plus grande période, c'est-à-dire du début à la fin de la session, certaines semblent avoir bougé tandis que d'autres non. Certaines attitudes semblent donc plus faciles à bouger que d'autres et le choix des problèmes, ainsi que la correction que nous en avons faite a possiblement eu une influence sur plusieurs changements d'attitudes.

L'appréciation que les étudiants ont de la résolution de problèmes ainsi que les sentiments qu'ils expriment lors de la résolution d'un problème ne semblent pas changer pendant la session pour la plupart d'entre eux. En effet, à la fin de la session, il n'y a que quelques étudiants qui apprécient davantage la résolution de problèmes qu'ils ne le faisaient au début de la session et quelques étudiants qui n'expriment pas les mêmes sentiments au début et à la fin de la session.

Les autres attitudes affectives observées, soit la persévérance et la confiance en soi, semblent, elles, augmenter chez plusieurs étudiants au cours de la session. Dans les deux cas, l'augmentation pourrait être due au fait que les résolutions de problèmes étaient notées dans le cadre d'un cours. Certains étudiants sont peut-être plus persévérants parce qu'ils veulent une bonne note tandis que les bonnes notes influencent peut-être positivement la confiance des étudiants.

Parmi les attitudes cognitives observées, les attitudes qui portent surtout sur l'importance de certaines habitudes en résolution de problèmes (utilisation de schémas, vérification, généralisation) ne semblent pas avoir changé chez la grande majorité des

étudiants. En effet, les réponses aux questionnaires diagnostic et final portant sur la schématisation et sur la vérification ne varient que pour quelques étudiants et nous avons l'impression que peu de personnes changent d'avis par rapport à l'importance de la généralisation en résolution de problèmes puisque peu sont en mesure de généraliser ou encore d'en voir l'importance lorsque celle-ci n'aide pas à obtenir une solution numérique. De plus, à la fin de la session, peu d'étudiants pensent avoir changé d'attitudes par rapport à l'utilisation de schémas et la vérification de sa solution.

Pour ce qui est des autres aspects cognitifs de la résolution de problème, les attitudes de plusieurs étudiants par rapport à ceux-ci semblent changer au cours de la session. D'ailleurs, à la fin de la session, plusieurs trouvent la chance moins importante qu'au début de la session et certains trouvent la mémorisation plus importante tandis que d'autres la trouvent moins importante. Aussi, quelques personnes attribuent une plus grande importance à l'obtention d'une solution valide à la fin de la session qu'au début, et ce, pour leur satisfaction personnelle, mais plusieurs y accordent une moins grande importance à la fin. Cette diminution de l'importance a peut-être été influencée par le fait que lors de la correction nous n'attribuons aucun point à la solution trouvée. Les problèmes choisis pourraient aussi avoir influencé certaines attitudes cognitives. En effet, à la fin de la session, la majorité des étudiants croient davantage qu'un problème peut se résoudre de diverses façons, même que certains sont persuadés qu'il y a toujours plus d'une méthode de résolution. Dans la même ligne d'idée, plusieurs en viennent à croire qu'un problème admet parfois plus d'une solution. La difficulté que certains accordent à la compréhension de l'énoncé comparativement aux autres aspects de la résolution de problèmes est aussi moins grande qu'elle ne l'était au début de la session, ce qui aurait pu être à la fois influencé par le choix de nos problèmes et les précisions que nous avons faits en classe.

Pour ce qui est des attitudes sociales, certains affirment travailler plus souvent en équipe à la fin de la session qu'ils ne le faisaient avant l'expérimentation tandis que d'autres affirment le contraire. De plus, peu d'étudiants semblent avoir changé d'attitudes par rapport aux discussions entre collègues puisque dès le début de la session, la grande majorité des étudiants affirmaient aimer discuter de leurs solutions et de leurs méthodes, ce qui est encore

le cas à la fin de la session. Parmi ceux qui aiment discuter davantage, deux affirment qu'elles aiment plus qu'avant d'aider les autres, quoi qu'elles aimaient déjà donner de l'aide aux autres au début de la session. De plus, environ la moitié des étudiants affirment qu'ils vont voir l'enseignante moins souvent qu'avant, ce qui a sûrement été influencé par le fait que nous avons mentionné que nous ne ferions que clarifier l'énoncé au besoin.

CONCLUSION

Les attitudes qu'adoptent les enseignants relativement aux mathématiques semblent influencer celles qu'adoptent à leur tour leurs élèves. Comme les attitudes de plusieurs enseignants du primaire à l'égard des mathématiques ne sont pas des plus positives, il nous a semblé pertinent de nous intéresser à ces attitudes. Plus précisément, nous nous sommes intéressée aux différentes attitudes des futurs enseignants du primaire relativement à la résolution de problèmes mathématiques. En fait, notre travail avait pour but, dans un premier temps, de prendre connaissance des attitudes de futurs enseignants du primaire à l'égard de la résolution de problèmes mathématiques et, dans un deuxième temps, de suivre l'évolution de ces attitudes au fil d'une période relativement longue au cours de laquelle ils auraient l'occasion de résoudre des problèmes. Notre recherche a été effectuée dans le cadre d'un cours de mathématiques de premier cycle universitaire destiné uniquement à des futurs enseignants du primaire. Elle s'est échelonnée sur une session complète (4 mois). Nous avons utilisé un questionnaire diagnostique (avant enseignement) et un questionnaire final (après enseignement) pour prendre connaissance des attitudes de tous les étudiants du groupe au début et à la fin de la session. Nous avons demandé aussi aux étudiants de résoudre, à chaque semaine, des problèmes que nous avons choisis préalablement en fonction de différents critères, et de répondre, suite à la résolution de chacun de ces problèmes, à des questions portant sur différents aspects de la résolution de problèmes. À la fin de la session, nous avons demandé aux étudiants volontaires de nous laisser leurs écrits pour fins d'analyse. Nous avons choisi onze sujets parmi les cinquante-sept personnes qui se sont portées volontaires.

Dans ce qui suit, nous allons d'abord présenter un résumé de nos résultats de recherche, puis comparer, dans la mesure du possible, ces résultats avec ceux obtenus par Mohammad Yusof et Tall (1999). Nous décrirons ensuite les limites de cette recherche en énumérant quelques changements que nous ferions si nous avions à refaire une recherche semblable et nous soulèverons de nouvelles pistes de recherches. Nous terminerons en présentant des aspects à retenir pour la formation des maîtres.

Résumé des résultats de recherche

À la fin de notre expérimentation, environ la moitié de nos sujets affirment aimer la résolution de problèmes et certains d'entre eux disent aimer la résolution de problèmes davantage qu'ils ne l'aimaient au début de la session. Cette augmentation de l'appréciation de la résolution de problèmes pourrait probablement s'expliquer en grande partie du fait que ces personnes ont connu des succès pendant la session. D'autres facteurs pourraient être considérés : par exemple, pour au moins une autre personne (Annabelle), l'appréciation de la résolution de problèmes semble avoir été influencée par le fait qu'elle ait compris que ce qui importait le plus était le « travail » (plutôt que la solution). Les autres étudiants, soit ceux qui affirment ne pas aimer, et même détester la résolution de problèmes à la fin de la session, expliquent qu'ils se sentent ainsi parce qu'ils éprouvent de la difficulté à résoudre les problèmes, parce qu'ils trouvent que cette activité prend beaucoup de temps ou encore parce que cette activité demande beaucoup trop de logique. Nous avons toutefois remarqué que, dans la majorité des cas, ces attitudes « négatives » étaient déjà présentes au début de la session, ce qui nous fait croire qu'elles n'ont pas été engendrées par notre expérimentation. En fait, une seule personne (Ève) affirme aimer moins la résolution de problèmes à la fin de la session qu'au début de celle-ci.

Même si la moitié de nos sujets terminent leur cours en affirmant de pas aimer, de façon générale, la résolution de problèmes, tous reconnaissent avoir aimé certains, et même plusieurs problèmes pendant la session. Les étudiants ont surtout aimé les problèmes qu'ils ont trouvés faciles, ceux pour lesquels ils avaient confiance en leur solution et en leur démarche ainsi que ceux qui ne leur ont pas pris beaucoup de temps à résoudre. Certains problèmes ont aussi été appréciés par quelques étudiants parce qu'ils étaient amusants, intéressants ou encore parce qu'ils faisaient réfléchir. Dans des cas plus isolés, certains problèmes ont été appréciés parce qu'ils représentaient des défis ou encore parce qu'ils permettaient d'apprendre quelque chose de nouveau. Si nos sujets affirment tous avoir aimé certains problèmes pendant la session, ils affirment tous aussi ne pas en avoir aimé d'autres ! De manière générale, les problèmes les moins appréciés sont ceux que les étudiants trouvent difficiles, ceux pour lesquels ils ne parviennent pas à proposer une solution, ceux pour

lesquels ils n'ont pas confiance en leur solution et/ou en leur méthode, ainsi que ceux qui prennent le plus de temps à résoudre. Certains étudiants mentionnent aussi ne pas avoir aimé résoudre un problème dont ils ont eu de la difficulté à comprendre l'énoncé alors que d'autres ne semblent pas apprécier les problèmes qu'ils ne peuvent résoudre seuls. L'appréciation d'un problème semble donc souvent reliée au niveau de difficulté perçu par l'étudiant, à la confiance qu'il a en sa solution et/ou en sa démarche ainsi qu'au temps qu'il consacre à sa résolution. En ce qui a trait à ce dernier facteur (le temps consacré à la résolution), nous tenons à préciser qu'il n'est qu'une estimation de la part des étudiants. Il est donc possible que ces derniers aient pris inconsciemment en considération leur perception du niveau de difficulté du problème pour estimer ce temps.

De façon générale, plusieurs sujets ont plus confiance en eux-mêmes à la fin de la session qu'au début. La majorité d'entre eux ont raison d'être confiants puisqu'ils ont résolu plusieurs des problèmes correctement (il n'y a qu'une personne qui se surestime). Leur succès pourrait d'ailleurs avoir eu un rôle à jouer sur l'augmentation de leur niveau de confiance. Il y a tout de même deux personnes qui se pensent moins bonnes à la fin de la session qu'au début de celle-ci, et deux autres qui ne se considèrent pas bonnes du début à la fin de la session.

Plusieurs facteurs peuvent avoir eu une influence sur le niveau de confiance des étudiants. De manière générale, nos sujets ont confiance en leurs habiletés à résoudre un problème quand celui-ci leur semble relativement facile ou lorsqu'ils ont une idée de la manière dont ils devront s'y prendre pour le résoudre tandis qu'ils ont moins confiance lorsque le problème leur semble difficile. Certains étudiants semblent aussi avoir moins confiance lorsqu'ils ont de la difficulté à comprendre l'énoncé du problème. Quant au degré de familiarité avec un problème, un degré élevé de familiarité peut s'avérer rassurant pour les étudiants lorsque ceux-ci se rappellent comment résoudre ce type de problème, mais il peut avoir l'effet inverse lorsque les étudiants se souviennent que ce type de problèmes était difficile ou lorsqu'ils ne se souviennent pas d'une manière dont ils pourraient le résoudre.

Beaucoup d'étudiants ont une faible confiance en leur solution et/ou en leur méthode lorsqu'ils se sentent forcés d'abandonner la résolution d'un problème, lorsque leur solution n'est pas la même que celle de leurs pairs, lorsqu'ils sont conscients de ne pas avoir pris toutes les données du problème en considération, lorsque leur méthode de résolution n'a pas été vue en classe ou lorsqu'ils utilisent l'essai-erreur, les observations ou la logique, moyens qu'ils ne considèrent pas toujours comme des « méthodes » de résolution.

Les étudiants expriment d'autres sentiments pendant la session et ceux-ci varient d'un problème à l'autre et d'une personne à l'autre. Les sentiments plus « négatifs », tels que la frustration, le doute et la déception, sont exprimés dans les problèmes qui causent des difficultés aux étudiants. Les sentiments plus « positifs », tels que la satisfaction et la confiance sont exprimés quant à eux lorsque les étudiants éprouvent peu ou pas de difficultés à résoudre un problème ou lorsqu'ils réussissent à surmonter une difficulté en cours de résolution. Nous avons remarqué aussi qu'au cours de la session certains étudiants semblent devenir plus « indifférents » face aux problèmes proposés, surtout lorsque les problèmes en question ne leur causent pas de difficultés. En fait, nous avons remarqué que, de manière générale, les étudiants expriment davantage de sentiments au début de la session qu'à la fin.

Qu'ils aiment ou non la résolution de problèmes, qu'ils aient ou non confiance en leurs moyens, tous les étudiants tentent de résoudre tous les problèmes qui leur ont été proposés pendant la session. Cependant, tous ne semblent pas avoir le même degré de persévérance. En effet, certains travaillent plusieurs heures à la résolution de quelques problèmes et ils n'abandonnent jamais avant d'arriver à une solution tandis que d'autres abandonnent quelques problèmes pendant la session, parfois en affirmant n'y avoir travaillé que 30 minutes. D'autres encore n'abandonnent pas souvent, mais se tournent rapidement vers des collègues pour de l'aide lorsqu'ils n'arrivent pas à résoudre le problème. À la fin de la session, personne ne se dit moins persévérant qu'avant l'expérimentation et plusieurs affirment même être plus persévérants. Il est possible que cette plus grande persévérance soit due à l'évaluation de l'activité. Certains n'osent probablement pas abandonner aussi vite qu'ils aimeraient par peur de ne pas avoir une aussi bonne note.

L'évaluation de l'activité ne semble toutefois pas être l'unique raison pour laquelle les étudiants persévèrent en résolution de problèmes. En effet, certains semblent vouloir trouver une solution aux problèmes pour leur satisfaction personnelle. Leur persévérance est donc probablement influencée par ce goût d'arriver à une solution valide. Cette idée de la recherche d'une solution valide pour satisfaction personnelle est d'ailleurs présente dans les réponses de certains étudiants au questionnaire final. En effet, lorsque questionnés sur l'importance d'obtenir une solution valide en résolution de problèmes, certains affirment que c'est important pour eux parce qu'ils aiment avoir une bonne réponse ou encore parce qu'ils ont besoin d'une bonne solution pour avoir l'impression d'avoir terminé le problème. Ces étudiants précisent tout de même qu'ils savent que l'aspect le plus important en résolution de problèmes n'est pas la solution, mais plutôt le travail et le raisonnement, propos qui va rejoindre les idées de tous les autres étudiants. Cette idée, et le fait que la majorité des étudiants pensent encore moins qu'avant que l'importance en résolution de problèmes est d'arriver à une bonne solution, a probablement été influencée par la faible importance accordée à la validité de la solution lors de la correction.

Cette importance accordée ou non par les étudiants à l'obtention d'une solution valide pourrait avoir influencé les habitudes de vérification de certains de nos sujets. Ainsi, pour ceux qui accordent une importance au fait d'obtenir une solution valide (comme Irène et Jacinthe, pour leur satisfaction personnelle), la vérification de la solution devient pratiquement une habitude (elles vérifient leur solution plus souvent qu'avant) alors que pour d'autres qui n'y accordent que peu d'importance (comme Dominique et Ève), la vérification de la solution est effectuée de moins en moins souvent. Il semble tout de même y avoir d'autres facteurs qui influencent les habitudes de vérification de nos sujets. Hélène précise par exemple qu'elle ne vérifie sa solution que lorsqu'elle a trouvé le problème facile car elle a peur de trouver des erreurs dans ses résolutions. Enfin, il est à noter que plusieurs étudiants affirment vérifier souvent leurs solutions mais rares sont ceux qui précisent comment ils ont effectué ces vérifications ou encore qui laissent des traces de leurs vérifications. Selon ce que nous avons pu observer, les vérifications se limitent souvent à une validation auprès des pairs ou à une révision (une lecture) de la démarche et de la solution.

Lorsque nous leur demandons s'ils aiment ou non discuter de leurs solutions et de leurs méthodes avec leurs amis, plusieurs affirment effectivement aimer comparer pour voir s'ils utilisent une bonne méthode et si la solution qu'ils ont obtenue est la même que celle de leurs collègues. Certains mentionnent aussi aimer voir les différentes méthodes utilisées par leurs amis. Plusieurs étudiants affirment aimer davantage discuter de leurs solutions et méthodes à la fin de la session qu'au début. De plus, lorsqu'ils bloquent devant un problème, certains semblent aller voir leurs amis plus souvent qu'avant et plusieurs vont voir l'enseignante moins souvent qu'avant. Ces changements d'habitudes et le changement d'attitude par rapport à la discussion entre collègues sont possiblement influencés par le fait que l'enseignante avait annoncé dès le début de la session qu'elle ne répondrait pas aux questions concernant la résolution de problèmes. En effet, comme elle a affirmé qu'elle ne ferait que clarifier les énoncés, les étudiants ne peuvent plus se « fier » à l'enseignante lorsqu'ils bloquent et se tournent peut-être plus souvent vers leurs amis. Il n'y a que Gabrielle qui ne se tourne jamais vers ses camarades pour de l'aide pendant la session. Il faut dire qu'elle est l'une des meilleures étudiantes de la classe et qu'il est possible qu'elle pense que la plupart de ses camarades ne pourront l'aider. À la fois au début et à la fin de la session, elle justifie d'ailleurs le fait qu'elle aime discuter avec les autres en affirmant qu'elle aime aider ses amis lorsqu'ils ont de la difficulté. Elle semble donc se percevoir comme celle qui peut aider les autres et non comme une qui peut bénéficier de l'aide des autres.

Même si plusieurs vont voir l'enseignante moins souvent qu'avant lorsqu'ils bloquent, la majorité des étudiants qui affirment au début de la session que la compréhension de l'énoncé est l'un des aspects les plus difficiles vont voir l'enseignante pour des précisions sur l'énoncé d'un ou deux problèmes pendant la session. Les difficultés de ces étudiants ne sont toutefois pas toujours reliées à l'énoncé, parfois elles sont reliées au problème lui-même, aspect avec lequel l'enseignante n'aide qu'au dernier problème de la session. À la fin de la session, environ la moitié de ceux qui trouvaient la compréhension de l'énoncé difficile comparativement aux autres aspects de la résolution de problèmes au début de la session ont changé d'avis à la fin de la session. Il est possible qu'ils trouvent l'énoncé vraiment moins difficile à comprendre qu'avant, mais il est aussi possible qu'ils trouvent les autres aspects de

la résolution de problèmes plus compliqués qu'avant, ce qui diminuerait alors relativement la difficulté de la compréhension de l'énoncé.

Les problèmes présentés pendant la session semblent avoir influencé l'idée que plusieurs étudiants avaient du nombre de solutions qu'un problème peut admettre ainsi que du nombre de méthodes avec lesquelles un problème peut être résolu. Nous avons toutefois remarqué que certains en sont venus à la conclusion que tous les problèmes admettent plus d'une solution et/ou que tous les problèmes peuvent être résolus de différentes manières, ce qui n'est évidemment pas le cas !

Comparaison avec les résultats des autres recherches

Il est difficile pour nous de comparer nos résultats de recherche avec ceux de recherches effectuées par d'autres chercheurs puisque nous n'avons trouvé aucune recherche portant sur les attitudes des futurs (ou même actuels) enseignants du primaire par rapport à la résolution de problèmes. Toutes les recherches que nous avons consultées portaient sur les attitudes par rapport aux mathématiques, à l'apprentissage des mathématiques ou à l'enseignement des mathématiques. Même Mohammad Yusof et Tall (1999), qui ont effectué leur recherche à l'intérieur d'un cours de résolution de problèmes, ne se sont pas attardés aux attitudes des étudiants à l'égard de cette activité mathématique. Quelques attitudes à l'égard des mathématiques qui ont été observées par ces chercheurs ressemblent toutefois à quelques-unes des attitudes que nous avons repérées par rapport à la résolution de problèmes dans notre recherche. Les étudiants dans la recherche de Mohammad Yusof et Tall (1999) n'étaient toutefois pas de futurs enseignants, mais plutôt des étudiants en mathématiques, informatique ou génie.

Après avoir résolu des problèmes mathématiques en groupe à l'intérieur d'un cours qui s'étalait sur une session, Mohammad Yusof et Tall (1999) ont remarqué que les étudiants abandonnaient moins vite, avaient plus confiance en eux-mêmes et trouvaient les mathématiques « fun » et « challenging ». De plus, ils ne considéraient plus autant les

mathématiques comme étant axées sur la mémorisation et sur l'obtention de bonnes solutions. Les étudiants exprimaient aussi de la satisfaction lorsqu'ils résolvaient des problèmes.

Dans notre recherche, nous remarquons nous aussi que peu d'étudiants sont portés à abandonner un problème et que plusieurs ont davantage confiance en eux à la fin de la session qu'au début. De plus, l'obtention d'une solution valide n'est pas ce que nos étudiants trouvent le plus important en résolution de problèmes. Aussi, même si certains des étudiants pensent que la mémorisation pourrait aider en résolution de problèmes, ils ne semblent pas penser que cette activité mathématique est axée sur la mémorisation. Enfin, quelques-uns des étudiants participant à notre recherche ont trouvé certains problèmes amusants et d'autres aiment les défis, mais ceci ne semble pas être le cas pour la majorité des étudiants, contrairement à ce que Mohammad Yusof et Tall (1999) ont observé. Cette différence pourrait peut-être s'expliquer du fait que nos sujets et les leurs proviennent de programmes sensiblement différents. En effet, comme leurs étudiants provenaient de programmes directement reliés aux mathématiques, nous avons tendance à croire que plusieurs avaient déjà un penchant pour les mathématiques, ce qui n'est pas nécessairement le cas pour les étudiants inscrits en enseignement primaire.

Limites de notre recherche

Comme c'est le cas pour toute recherche en didactique des mathématiques, certains résultats ont pu être influencés par le contexte dans lequel la recherche a été effectuée. Nous avons déjà mentionné que la pondération accordée à la résolution de problèmes a peut-être influencé la persévérance des étudiants, et ce même si nous avons essayé d'éviter ceci en ne pénalisant pas les étudiants qui abandonnaient un problème avant d'en avoir terminé la résolution. Ce faisant, il semble que nous avons peut-être aussi influencé leurs attitudes par rapport à l'importance d'obtenir une bonne solution puisque certains accordent moins d'importance à l'obtention d'une bonne solution à la fin de la session qu'ils ne le faisaient au début de celle-ci. Aussi, l'évaluation de l'activité a possiblement influencé l'authenticité des réponses produites puisque nous avons parfois l'impression que les étudiants écrivent parce qu'ils sont « obligés ».

L'évaluation des résolutions de problèmes dans le cadre du cours n'est pas le seul facteur, ayant pu influencer les résultats de notre recherche. Parmi les autres facteurs, nous retrouvons principalement le fait que nous ayons enseigné le cours, le choix des problèmes, la forme des questionnaires ainsi que la vie scolaire (et personnelle) des étudiants comme étant des facteurs qui ont possiblement influencé la cueillette de données ainsi que les attitudes exprimées par les étudiants.

Pour ce qui est de l'influence de notre statut d'enseignante, comme nous avons déjà enseigné à la majorité des étudiants et établi une relation de confiance avec eux, nous pensons que certains se sentaient à l'aise d'écrire leurs sentiments sans avoir peur d'être jugés tandis que d'autres ont possiblement écrit ce qu'ils pensaient que nous voulions voir pour ne pas nous décevoir. L'influence de notre statut d'enseignante se retrouve aussi sur le plan conceptuel de notre recherche. En effet, comme nous étions à la fois chercheuse et enseignante, nous avons dû construire notre projet de recherche en nous assurant qu'il n'y ait pas d'étudiants qui se sentent forcés d'y participer. Nous avons donc décidé de faire une activité d'apprentissage dans le cadre d'un cours, activité qui pourrait être analysée plus tard. Or, comme il aurait été difficile de faire des entrevues dans un cours dans lequel plus de 90 étudiants étaient inscrits, nous avons plutôt opté pour des questionnaires, mais cette activité ne nous permettait pas de demander des précisions aux étudiants après coup et les réponses des étudiants n'étaient probablement pas aussi « spontanées » puisqu'ils ont eu la chance de réfléchir avant d'écrire. En analysant les données, nous nous sommes d'ailleurs aperçue que nous aurions aimé demander certaines précisions aux étudiants au sujet de leurs réponses aux questionnaires. Plus particulièrement, nous aurions aimé savoir ce que les étudiants entendent par « problème » au début de la session puisqu'ils se basaient sur leurs « souvenirs » de la résolution de problèmes pour répondre au questionnaire diagnostique, ce qui ne rejoint pas nécessairement notre définition d'un problème. De même, il y a d'autres mots pour lesquels notre définition ne semble pas correspondre à celle des étudiants, par exemple « mémorisation », « chance », « solution » et « méthode ».

Le format de l'activité de résolution de problèmes demandait aussi beaucoup d'écrits de la part des étudiants et il semblait parfois difficile pour eux de décrire tout ce qu'ils

faisaient et ressentait. Il est donc probable que les étudiants aient omis certaines réflexions, ce qui a parfois laissé place à interprétation. Par exemple, il nous est apparu évident en lisant les réponses au questionnaire accompagnant les problèmes que certaines personnes ne mentionnent pas toujours la vérification qu'ils font ainsi que les travaux et les discussions de groupe qui ont lieu, et ce, même si cela fait partie des instructions données. Le fait que ces aspects de la résolution de problèmes se trouvaient à l'intérieur des consignes accompagnant les problèmes au lieu de faire l'objet de questions y en est peut-être pour quelque chose. Nous ajouterions donc des questions plus concrètes au questionnaire si nous recommençons l'expérience, questions portant sur la vérification, le travail d'équipe et les discussions entre collègues. D'autres questions portant sur des attitudes qui n'ont pas été explicitement questionnées pendant la session, particulièrement l'importance de la mémorisation et la chance, seraient aussi ajoutées puisque notre perception de l'évolution de ces attitudes dans cette recherche relève presque entièrement des réponses aux questionnaires diagnostic et final. Pour être mieux en mesure de juger l'influence de la validité de la solution sur les attitudes des étudiants, nous ajouterions aussi certaines questions à répondre à la suite de la correction en salle de classe. En effet, des questions portant sur leurs sentiments, leur appréciation, le niveau de difficulté du problème ainsi que des questions concernant le nombre de solutions et le nombre de méthodes pourraient nous permettre de mieux comprendre l'évolution des attitudes des étudiants. Nous pourrions aussi mieux évaluer l'influence qu'a le temps qui s'est écoulé après la résolution d'un problème sur les attitudes qu'adoptent les étudiants à la fin de la session.

En plus d'ajouter des questions par rapport à chaque problème, nous ferions aussi des changements aux questionnaires diagnostic et final si nous avions à refaire cette recherche. L'un de ces changements porterait sur les échelons utilisés dans les questions puisque nous avons remarqué en analysant nos données que les échelons utilisés peuvent être interprétés de différentes façons et les réponses à ceux-ci sont souvent incohérentes. En effet, deux personnes ayant la même attitude à l'égard de certains aspects de la résolution de problèmes pourraient faire différents choix de réponses sans se contredire puisqu'elles pourraient cocher être « plutôt en accord » ou « tout à fait en désaccord » avec le fait qu'un problème admet une seule solution tout en ayant comme idée qu'un problème n'admet pas toujours une seule

solution, mais que c'est souvent le cas. Nous préciserions donc davantage l'attitude adoptée dans chacun des choix de réponses dans les questionnaires diagnostic et final si nous avions à recommencer notre expérimentation. En plus du changement d'échelles, nous ajouterions une question concernant la pertinence de la généralisation en résolution de problèmes pour connaître les attitudes des étudiants par rapport à cet aspect de la résolution de problèmes. L'attitude par rapport à la pertinence de la généralisation n'a d'ailleurs pas vraiment pu être observée, en partie aussi à cause de nos choix de problèmes. D'ailleurs, il n'y a qu'un problème qui nécessite la généralisation de la solution de manière implicite, ce qui ne nous permet pas non plus de nous prononcer sur l'évolution de cette attitude. Ainsi, il faudrait aussi reconsidérer les problèmes choisis puisque la série de problèmes suggérés ne nous a pas permis de nous prononcer sur l'évolution de toutes les attitudes.

D'autres facteurs, cette fois hors de notre contrôle, ont sûrement eu une influence sur les attitudes des étudiants au cours de la session. En effet, le temps écoulé entre les dernières expériences de résolution de problèmes des étudiants et la passation du questionnaire diagnostic a peut-être eu un effet sur leurs réponses, ce qui pourrait aussi avoir influencé l'idée que nous nous sommes faite de l'évolution des attitudes du début à la fin de la session. De plus, les limites de temps et le stress qui accompagnent les travaux et les examens, à la fois dans notre cours et dans les autres cours auxquels les étudiants sont inscrits, ont possiblement eu une influence sur leurs attitudes au cours de la session, particulièrement sur les attitudes affectives. Nous pouvons d'ailleurs penser qu'un étudiant serait moins persévérant et ressentirait de la frustration plus vite lorsqu'il doit gérer son temps de manière serrée pour réussir à remettre tous ses travaux à temps et à bien se préparer pour ses examens.

Nouvelles pistes de recherches

Nous avons mentionné plus haut plusieurs limites de notre recherche et des pistes pour améliorer celle-ci. Notre recherche a aussi suscité chez nous d'autres questionnements en lien avec les attitudes des futurs enseignants et des enseignants par rapport à la résolution de problèmes et à l'enseignement à l'aide de cette activité mathématique. Nous présentons ci-dessous quelques questions portant sur les liens entre les caractéristiques d'un problème et

les attitudes des étudiants, sur l'influence qu'a le temps sur les attitudes et l'évolution de celles-ci et d'autres questions portant sur les attitudes par rapport à l'enseignement à l'aide de la résolution de problèmes et de l'influence qu'ont ces attitudes sur le choix des problèmes, les exigences imposées aux élèves et la gestion de la résolution de problèmes en salle de classe.

Quelles caractéristiques d'un problème influencent l'appréciation que les futurs enseignants ont de ce problème? Quelles caractéristiques semblent plus influencer les étudiants en ce qui a trait à la confiance qu'ils ont avant de résoudre le problème? Les sentiments exprimés lors de la résolution d'un problème semblent-ils être influencés par les caractéristiques du problème en question?

En laissant un certain temps s'écouler après notre recherche ou après une recherche similaire à la nôtre, est-ce les attitudes des futurs enseignants par rapport à la résolution de problèmes sont les mêmes que celles exprimées à la fin de l'expérimentation ou, est-ce que, comme dans la recherche de Mohammad Yusof et Tall (1999), elles reviennent comme elles étaient avant l'expérimentation? Est-ce que certaines attitudes qui ne semblaient pas avoir évolué immédiatement après l'activité de résolution de problèmes ont changé avec le temps? Après un certain temps, est-ce que les étudiants ont les mêmes perceptions de leurs changements d'attitudes que celles qu'ils avaient immédiatement après l'activité? Est-ce qu'ils expriment les mêmes attitudes que celles exprimées lors de la résolution de problèmes spécifiques lorsqu'ils sont questionnés par rapport à ces problèmes après avoir pris un certain recul?

Quelles sont les attitudes des futurs enseignants du primaire par rapport à l'enseignement à l'aide de la résolution de problèmes mathématiques? Est-ce qu'ils trouvent cela important? Pertinent? Comment se sentent-ils face à l'idée d'enseigner à l'aide d'une activité mathématique? Est-ce que leurs attitudes par rapport à la résolution de problèmes ainsi qu'à son enseignement évoluent davantage lorsqu'ils deviennent à leur tour enseignants? Est-ce qu'ils apprécient davantage un problème lorsqu'ils constatent que celui-ci permet à leurs élèves de faire des apprentissages?

Comment est-ce que les attitudes des enseignants par rapport à la résolution de problèmes influencent leurs choix de problèmes? Est-ce qu'ils choisissent de donner des problèmes qu'ils ont trouvés faciles ou des problèmes qu'ils ont trouvés difficiles? Des problèmes auxquels ils avaient confiance en leurs habiletés ou encore des problèmes où ils ont exprimé du doute? Des problèmes pour lesquels il y a plusieurs méthodes de résolution et/ou plusieurs solutions ou encore des problèmes pour lesquels il n'y a qu'une méthode de résolution et/ou une solution? Des problèmes pour lesquels une généralisation est requise ou des problèmes d'exemplification? Pourquoi est-ce qu'ils choisissent ces problèmes?

Comment est-ce que les attitudes des enseignants par rapport à la résolution de problèmes influencent ce qu'ils exigent de leurs élèves? Est-ce qu'ils mettent l'accent ou non sur l'utilisation de schémas, l'obtention d'une bonne solution, le travail d'équipe et/ou la généralisation lorsque celle-ci s'avère nécessaire?

Comment est-ce que les enseignants gèrent les sentiments qui sont exprimés par rapport à la résolution de problèmes dans leur salle de classe? Lorsqu'un élève est frustré, est-ce qu'ils essaient de le guider tout en le laissant découvrir la solution ou est-ce qu'ils lui donnent la solution? Est-ce qu'ils mentionnent à leurs étudiants qu'il est possible d'avoir plus d'une solution et plus d'une méthode de résolution à un problème ou est-ce qu'ils laissent les élèves le découvrir en leur présentant différents problèmes?

Aspects à retenir pour la formation des maîtres

En plus de retenir certaines pistes de recherche, nous retenons aussi de ce mémoire des aspects intéressants pour la formation des futurs maîtres du primaire. Tout d'abord, nos données montrent que les attitudes des futurs enseignants ne sont pas aussi négatives que nous le pensions et qu'il est possible de modifier certaines d'entre elles. Ainsi, il faudrait peut-être délaisser l'idée généraliste qui suggère que les futurs enseignants détestent les résolutions de problèmes et en ont tous peur afin de se concentrer sur les attitudes positives qu'ils possèdent déjà tout en élaborant des outils favorisant l'évolution des autres attitudes vers celles préconisées.

Même si les attitudes affectives semblent difficiles à modifier, nous pensons qu'il serait important dans un cours axé sur la résolution de problèmes de s'assurer de donner des problèmes de différents niveaux de difficulté pour que chacun puisse ressentir de la confiance et de la satisfaction, tout en ayant des défis à relever. L'accessibilité d'un problème semble en effet influencer l'appréciation de celui-ci. Selon nous, il est important pour les futurs enseignants de connaître des succès en résolution de problèmes pour qu'ils aient la chance d'apprécier cette activité, et possiblement avoir une attitude positive par rapport à cette activité mathématique préconisée par le système scolaire. Les sentiments « négatifs » ainsi que les difficultés à surmonter ne sont toutefois pas à éviter complètement. D'ailleurs, certaines personnes semblent plus satisfaites lorsqu'elles réussissent à résoudre un problème dans lequel elles ont éprouvé des difficultés et/ou exprimé de la frustration, du doute ou autres sentiments « négatifs ». De plus, quoique les contextes ne semblent pas influencer plusieurs personnes, ils influencent tout de même une étudiante en particulier dans notre recherche. Il nous semble alors raisonnable de suggérer l'utilisation de problèmes à contextes variés. La diversité des problèmes proposés est aussi importante puisque différents problèmes provoquent différentes attitudes d'une personne à l'autre.

Le choix des problèmes n'a pas seulement un impact sur les attitudes affectives des étudiants, mais aussi sur leurs attitudes cognitives. Certains affirment d'ailleurs à la fin de la session qu'un problème se résout toujours de plusieurs façons et d'autres pensent qu'un problème admet toujours une seule solution ou encore que le nombre de solutions dépend de l'interprétation que fait le lecteur du problème. Il nous semble important de confronter davantage ces attitudes lors de la formation des maîtres pour que les étudiants soient conscients que certains problèmes ne se résolvent que d'une seule façon et qu'il y a des problèmes auxquels il est possible de trouver plus d'une solution, mais indépendamment de l'interprétation que nous en faisons. La pertinence de la généralisation en résolution de problèmes semble être une autre attitude cognitive sur laquelle il faut travailler avec les futurs enseignants puisque très peu ressentent le besoin d'utiliser une généralisation pour montrer l'unicité de leur solution et, même lorsque demandés, ils ont de la difficulté à faire une généralisation.

La correction des résolutions de problèmes devrait aussi être faite minutieusement puisque celle-ci semble avoir une influence sur certaines attitudes exprimées par les étudiants. Après avoir remarqué que certains étudiants semblent accorder une moins grande importance à la validité de la solution à la fin de la session puisqu'il n'y avait aucune ponctuation attribuée à cet aspect de la résolution de problèmes dans le cadre de notre cours, nous pensons qu'il est important d'y attribuer une certaine importance lors de la correction. Quoique la démarche de la résolution de problèmes est importante, la validité de la solution ne devrait pas être banalisée par de futurs enseignants puisqu'ils vont enseigner aux futurs médecins, ingénieurs et autres professionnels pour lesquels le résultat final est tout aussi important, sinon plus important, que la démarche utilisée pour s'y rendre.

Tout comme la validité de la solution, la vérification de celle-ci ne semble pas aussi présente que nous l'aurions souhaité chez de futurs enseignants et elle se limite souvent à la relecture de la résolution ou encore à la validation par les pairs. Certains d'entre eux mentionnent d'ailleurs ne pas savoir comment vérifier leur solution. Il serait donc important dans la formation des maîtres de les aider à développer différentes stratégies de vérification puisqu'ils doivent eux-mêmes encourager leurs élèves à valider leur solution tout en les aidant parfois à le faire.

Il faudrait toutefois faire attention de ne pas saturer les étudiants de problèmes. À la fin de la session dans laquelle nous avons effectué notre recherche, les étudiants nous ont avoué être « tannés » de résoudre des problèmes, et surtout de répondre à nos questionnaires. Ils ont tout de même affirmé que l'activité en soi est importante en formation des maîtres et qu'il faut la continuer. Cela dit, nous pensons qu'il serait possible de demander aux étudiants de résoudre des problèmes et d'avoir des discussions portant sur les différents aspects de la résolution de problèmes au lieu de leur demander le tout par écrit. Ces discussions donneraient aussi l'occasion à ceux qu'ils n'ont pas travaillé avec des amis ou encore à ceux qui n'ont pas comparé leurs méthodes et leurs solutions avec leurs collègues d'avoir une autre vision du problème en question, ce qui, selon nous, générerait aussi plus de réflexions chez certains étudiants.

Enfin, comme la résolution de problèmes est une activité d'apprentissage aux yeux des ministères de l'éducation ainsi qu'aux yeux des chercheurs, et comme peu d'étudiants mentionnent dans leurs écrits les apprentissages qu'ils ont faits, nous pensons qu'il serait bon de faire des retours en salle de classe pour conscientiser les étudiants aux apprentissages effectués ainsi qu'à l'utilité de la résolution de problèmes comme outil d'apprentissage et de découverte.

APPENDICE A

QUESTIONNAIRE DIAGNOSTIC

Questionnaire portant sur votre perception de la résolution de problème

Ce questionnaire va nous permettre de connaître vos perceptions et vos sentiments face à la résolution de problèmes tout en nous donnant une idée de vos habitudes lorsque vous résolvez un problème. En regardant à nouveau vos réponses à ce questionnaire à la fin de la session, nous pourrions voir si ceux-ci ont changé. Il n'y a donc pas de bonne ou de mauvaise réponse. Ce qui importe c'est l'honnêteté et le sérieux que vous aurez mis dans vos réponses.

*Tout au long de ce questionnaire, le mot **solution** représente la réponse, tandis que **méthode de résolution** fait référence à ce que vous avez fait pour arriver à la réponse.*

*Aussi, le mot **problème** est utilisé dans le sens de problème écrit.*

1. Indiquez, à l'aide d'un X, l'énoncé (ou les énoncés) qui représente(nt) le plus vos pensées. Ensuite, s'il y a lieu, expliquez brièvement votre (vos) choix de réponse(s).

- a) _____ résoudre des problèmes mathématiques.
 _____ J'adore
 _____ J'aime
 _____ Je n'aime pas
 _____ Je déteste

Qu'est-ce que vous aimez, et qu'est-ce que vous n'aimez pas, en résolution de problèmes?

- b) En résolution de problèmes, je me considère :
 _____ Excellent(e)
 _____ Très bon(ne)
 _____ Bon(ne)
 _____ Assez bon(ne)
 _____ Pas bon(ne)
 _____ Nul(le)

- c) En résolution de problèmes, je trouve que comprendre l'énoncé d'un problème est :
 _____ l'aspect le plus difficile.
 _____ un des aspects les plus difficiles, mais pas LE plus difficile.
 _____ un des aspects les plus faciles, mais pas LE plus facile.
 _____ l'aspect le plus facile.

d) En résolution de problèmes, j'utilise _____ des schémas (dessins, tableaux, ...).

- _____ Toujours
- _____ Souvent
- _____ Rarement
- _____ Jamais

Pourquoi ? :

e) En résolution de problèmes, pour moi la chance est :

- _____ Mon seul moyen de trouver une réponse.
- _____ Importante.
- _____ Peu importante.
- _____ Inutile.

f) Lorsque je n'arrive pas à résoudre un problème, j'ai l'habitude de :

- _____ M'arrêter
- _____ Recommencer
- _____ Répondre n'importe quoi
- _____ Aller voir l'enseignant(e) pour des conseils
- _____ Travailler le problème avec un(e) ami(e)

g) En résolution de problèmes, je vérifie _____ ma solution.

- _____ toujours (dites pourquoi et comment)
- _____ souvent (dites pourquoi et comment)
- _____ rarement (dites pourquoi et comment)
- _____ jamais (dites pourquoi)

Pourquoi et / ou comment ?

h) En général, j'essaie de résoudre un problème pendant _____ avant de le laisser tomber.

- _____ moins de 5 minutes
- _____ 5 à 10 minutes
- _____ 10 à 30 minutes
- _____ 30 à 60 minutes
- _____ plus d'une heure

2. *Coloriez la case qui correspond le mieux à ce que vous pensez de l'énoncé. Expliquez votre choix.*

- a) Je pense que la mémorisation peut m'aider en résolution de problèmes.

Tout à fait
d'accord

plutôt
d'accord

plutôt en
désaccord

tout à fait en
désaccord

Expliquez votre choix :

- b) Pour moi, l'aspect le plus important de la résolution de problème est d'arriver à une bonne solution.

Tout à fait
d'accord

plutôt
d'accord

plutôt en
désaccord

tout à fait en
désaccord

Expliquez votre choix :

- c) J'aime discuter de ma démarche et de ma solution à un problème mathématique avec mes amis.

Tout à fait
d'accord

plutôt
d'accord

plutôt en
désaccord

tout à fait en
désaccord

Expliquez votre choix :

- d) Un problème admet toujours une seule bonne solution.

Tout à fait
d'accord

plutôt
d'accord

plutôt en
désaccord

tout à fait en
désaccord

Expliquez votre choix :

e) Il est toujours possible de trouver plusieurs méthodes pour résoudre un même problème.

Tout à fait
d'accord

plutôt
d'accord

plutôt en
désaccord

tout à fait en
désaccord

Expliquez votre choix :

3. Comparativement aux autres aspects des mathématiques, situez votre appréciation pour la résolution de problèmes en encerclant le nombre y correspondant le plus.

1 _____ 2 _____ 3 _____ 4 _____ 5 _____ 6

Aspect le
moins aimé

Aspect le
plus aimé

4. D'après vous, quel est l'intérêt de résoudre des problèmes mathématiques pour un(e) futur(e) enseignant(e)?

APPENDICE B

QUESTIONNAIRE ACCOMPAGNANT CHAQUE PROBLÈME

Après avoir lu attentivement le problème

1. Est-ce que tu as déjà vu ce problème ou un problème similaire?
2. Comment te sens-tu face à ce problème? Pourquoi?
3. Donne un nombre, entre 1 et 6 inclusivement, qui indique le mieux le niveau de confiance que tu as en tes habiletés à résoudre ce problème.

1 – Je suis certain(e) que je ne pourrai pas le résoudre.

6 – Je suis certain(e) que je vais pouvoir le résoudre.

Pendant la résolution du problème

4. Explique en détail ta démarche de résolution du problème, en laissant des traces de tout ce que tu as essayé. Si tu as essayé plus d'une méthode de résolution, explique pourquoi tu as laissé tomber certaines de ces méthodes. Écris aussi ce que tu ressens au fur et à mesure que tu résous le problème (frustration, fierté, ...). De plus, si tu as travaillé avec, ou consulté, d'autres personnes, précise-le en indiquant ce que cela t'a apporté.

Après la résolution du problème

5. Donne un nombre, entre 1 et 6 inclusivement, qui indique le mieux le niveau de confiance que tu as en ta démarche. Précise s'il y a lieu.

1 – Ma démarche est complètement fausse.

6 – Ma démarche est excellente.

6. Donne un nombre, entre 1 et 6 inclusivement, qui indique le mieux le niveau de confiance que tu as en ta solution. Précise s'il y a lieu.

1 – Ma solution est complètement fausse.

6 – Je suis certain(e) que ma solution est bonne.

7. Est-ce que tu penses qu'il peut y avoir plus d'une solution à ce problème? Pourquoi?
8. Est-ce que tu penses qu'il peut y avoir plus d'un chemin possible pour arriver à une bonne solution? Pourquoi?
9. Environ combien de temps as-tu passé à résoudre de ce problème ?
10. Est-ce que tu as aimé résoudre ce problème? Si oui, Pourquoi? Sinon, comment te sens-tu maintenant face à ce problème et pourquoi?

APPENDICE C

QUESTIONNAIRE FINAL

Questionnaire portant sur votre perception de la résolution de problèmes

Ce questionnaire va nous permettre de connaître vos perceptions et vos sentiments face à la résolution de problèmes tout en nous donnant une idée de vos habitudes lorsque vous résolvez un problème. En comparant vos réponses avec celles que vous avez fournies au début de la session, nous pourrons voir si ceux-ci ont changé au cours de la session ou s'ils sont restés les mêmes. Il n'y a donc pas de bonne ou de mauvaise réponse. Ce qui importe c'est l'honnêteté et le sérieux que vous aurez mis dans vos réponses.

*Tout au long de ce questionnaire, le mot **solution** représente la réponse, tandis que **méthode de résolution** fait référence à ce que vous avez fait pour arriver à la réponse.*

*Aussi, le mot **problème** est utilisé dans le sens de problème écrit.*

- I. Indiquez, à l'aide d'un X, l'énoncé (ou les énoncés) qui représente(nt) le plus vos pensées. Ensuite, s'il y a lieu, expliquez brièvement votre (vos) choix de réponse(s).

- a) _____ résoudre des problèmes mathématiques.
 _____ J'adore
 _____ J'aime
 _____ Je n'aime pas
 _____ Je déteste

Qu'est-ce que vous aimez, et qu'est-ce que vous n'aimez pas, en résolution de problèmes?

- b) En résolution de problèmes, je me considère :

- _____ Excellent(e)
 _____ Très bon(ne)
 _____ Bon(ne)
 _____ Assez bon(ne)
 _____ Pas bon(ne)
 _____ Nul(le)

- c) En résolution de problèmes, je trouve que comprendre l'énoncé d'un problème est :

- _____ l'aspect le plus difficile.
 _____ un des aspects les plus difficiles, mais pas LE plus difficile.
 _____ un des aspects les plus faciles, mais pas LE plus facile.
 _____ l'aspect le plus facile.

d) En résolution de problèmes, j'utilise _____ des schémas (dessins, tableaux, ...).

- _____ Toujours
- _____ Souvent
- _____ Rarement
- _____ Jamais

Pourquoi ? :

e) En résolution de problèmes, pour moi la chance est :

- _____ Mon seul moyen de trouver une réponse.
- _____ Importante.
- _____ Peu importante.
- _____ Inutile.

f) Lorsque je n'arrive pas à résoudre un problème, j'ai l'habitude de :

- _____ M'arrêter
- _____ Recommencer
- _____ Répondre n'importe quoi
- _____ Aller voir l'enseignant(e) pour des conseils
- _____ Travailler le problème avec un(e) ami(e)

g) En résolution de problèmes, je vérifie _____ ma solution.

- _____ toujours (dites pourquoi et comment)
- _____ souvent (dites pourquoi et comment)
- _____ rarement (dites pourquoi et comment)
- _____ jamais (dites pourquoi)

Pourquoi et / ou comment ?

h) En général, j'essaie de résoudre un problème pendant _____ avant de le laisser tomber.

- _____ moins de 5 minutes
- _____ 5 à 10 minutes
- _____ 10 à 30 minutes
- _____ 30 à 60 minutes
- _____ plus d'une heure

2. *Coloriez la case qui correspond le mieux à ce que vous pensez de l'énoncé. Expliquez votre choix.*

a) Je pense que la mémorisation peut m'aider en résolution de problèmes.

Tout à fait d'accord	plutôt d'accord	plutôt en désaccord	tout à fait en désaccord
----------------------	-----------------	---------------------	--------------------------

Expliquez votre choix :

b) Pour moi, l'aspect le plus important de la résolution de problèmes est d'arriver à une bonne solution.

Tout à fait d'accord	plutôt d'accord	plutôt en désaccord	tout à fait en désaccord
----------------------	-----------------	---------------------	--------------------------

Expliquez votre choix :

c) J'aime discuter de ma démarche et de ma solution à un problème mathématique avec mes amis.

Tout à fait d'accord	plutôt d'accord	plutôt en désaccord	tout à fait en désaccord
----------------------	-----------------	---------------------	--------------------------

Expliquez votre choix :

d) Un problème admet toujours une seule bonne solution.

Tout à fait d'accord	plutôt d'accord	plutôt en désaccord	tout à fait en désaccord
----------------------	-----------------	---------------------	--------------------------

Expliquez votre choix :

e) Il est toujours possible de trouver plusieurs méthodes pour résoudre un même problème.

Tout à fait d'accord	plutôt d'accord	plutôt en désaccord	tout à fait en désaccord
-------------------------	--------------------	------------------------	-----------------------------

Expliquez votre choix :

3. Comparativement aux autres aspects des mathématiques, situez votre appréciation pour la résolution de problèmes en encerclant le nombre y correspondant le plus.

1 _____ 2 _____ 3 _____ 4 _____ 5 _____ 6 _____

Aspect le
moins aimé

Aspect le
plus aimé

4. D'après vous, quel est l'intérêt de résoudre des problèmes mathématiques pour un(e) futur(e) enseignant(e)?

5. Est-ce que, depuis le début de ce semestre, vous avez changé d'idée sur ce qu'est un problème ou sur ce qu'est résoudre un problème? _____

Si oui, dites comment. Sinon, dites ce qu'est un problème pour vous et ce qu'est la résolution de problèmes.

6. Placez les problèmes que vous avez résolus ce semestre en ordre du plus facile (1) au plus difficile (14). Placez aussi ces problèmes en ordre de celui que vous avez le moins aimé (1) à celui que vous avez le plus aimé (14).

	Ordre de difficulté	Ordre de votre appréciation
Blocs		
Métiers		
Pommes		
9 points		
Généalogie des abeilles		
Balances		
Fourmi sur l'élastique		
L'âge de l'homme		
Pythagore		
Verres		
Carré d'un échiquier		
Magie		
Nombres avec « 4 »		
Casino		

7. Ce que j'ai le plus apprécié de la résolution de problèmes et pourquoi :

8. Ce que j'ai le moins apprécié de la résolution de problèmes et pourquoi :

9. Cochez la case qui représente le plus ce que vous pensez maintenant comparativement à ce que vous pensiez au début du semestre.

	<i>Beaucoup plus qu'avant</i>	<i>Plus qu'avant</i>	<i>Autant qu'avant</i>	<i>Moins qu'avant</i>	<i>Beaucoup moins qu'avant</i>
<i>J'aime la résolution de problèmes.</i>					
<i>Je me considère bon(ne) en résolution de problèmes.</i>					
<i>J'ai l'impression que l'énoncé d'un problème est un des aspects difficiles de la résolution de problèmes.</i>					
<i>J'utilise des schémas en résolution de problèmes.</i>					
<i>Je me fie à la chance en résolution de problèmes.</i>					
<i>Lorsque je bloque en résolution de problèmes :</i>					
<i>je m'arrête.</i>					
<i>je recommence.</i>					
<i>je réponds n'importe quoi.</i>					
<i>je vais voir l'enseignant(e) pour des conseils.</i>					
<i>je travaille avec un(e) ami(e).</i>					
<i>Je vérifie ma solution à un problème.</i>					
<i>Je laisse tomber vite en résolution de problèmes.</i>					
<i>Je pense que la mémorisation peut m'aider en résolution de problèmes.</i>					
<i>Je pense que l'importance en résolution de problèmes est d'arriver à une bonne réponse.</i>					
<i>J'aime discuter de ma démarche et de ma solution à un problème avec un(e) ami(e).</i>					
<i>Je pense qu'un problème admet toujours une seule bonne solution.</i>					
<i>Je pense qu'il est toujours possible de trouver plusieurs méthodes pour résoudre un même problème.</i>					

APPENDICE D

FORMULAIRE DE CONSENTEMENT

Avril 2006

Description du projet

Comme vous le savez sûrement, je suis étudiante à la maîtrise en mathématiques, option didactique, à l'Université du Québec à Montréal. Mon mémoire porte sur l'évolution des attitudes des futurs enseignants du primaire par rapport aux mathématiques, plus précisément par rapport à la résolution de problèmes. Je sollicite votre collaboration puisque j'aimerais analyser certaines parties de vos questionnaires et de vos résolutions de problèmes du cours de MATH 1143 à des fins de recherche.

Votre participation est entièrement libre. En autres mots, vous n'êtes aucunement obligé de participer. De plus, votre décision de participer ou non ne peut en aucun cas influencer vos résultats dans vos cours de mathématiques, incluant le cours MATH 1143. D'ailleurs, je ramasserai les questionnaires et les résolutions de problèmes seulement après avoir remis les notes finales du cours.

Toutes les informations qui se retrouvent dans vos questionnaires et vos résolutions de problèmes demeureront confidentielles et seront seulement utilisées à des fins de recherche. Toutefois, pour vous assurer que je ne puisse vous identifier de façon explicite à vos travaux, vous pouvez enlever toute trace de votre nom ou de votre matricule étudiant qui pourrait s'y retrouver ainsi que le nom de d'autres étudiants auxquels vous réferez dans vos résolutions de problèmes. Si vous souhaitez récupérer vos travaux une fois la recherche terminée, vous pourrez le faire. Dans ce cas, il serait bien pour vous d'y écrire un pseudonyme pour pouvoir l'identifier.

Si vous acceptez de participer à ma recherche, SVP laissez vos résolutions de problèmes ainsi que les deux questionnaires que vous avez remplis au surveillant de votre examen final. Il s'assurera de ne me les transmettre qu'après la remise des notes finales du cours MATH 1143. Je vous demanderais aussi de remplir la section qui suit et d'apporter ce formulaire au surveillant en même temps que vous lui apporterez vos résolutions de problèmes et vos questionnaires.

Consentement du participant

Je suis conscient(e) que je peux, à n'importe quel moment durant la recherche, poser des questions à la chercheuse ou à sa directrice de maîtrise ou encore mettre fin à ma participation sans me justifier. De plus, je sais que je peux contacter la Faculté des études supérieures et de la recherche de l'Université de Moncton pour poser des questions ou encore pour formuler une plainte. Ce contact peut être fait en personne au local 225, Pavillon Léopold-Taillon, par téléphone au 858-4310 ou encore en envoyant un courriel à fesr@umoncton.ca.

Je donne librement l'autorisation à Isabelle Arsenault d'utiliser les questionnaires que j'ai remplis et les problèmes que j'ai résolus dans le cadre du cours MATH 1143 à des fins d'analyse pour son projet de mémoire, sous conditions que ces données resteront anonymes.

Nom de la personne consentante Signature de la personne consentante Date

Sous la direction de :

Isabelle Arsenault, étudiante
Université du Québec à Montréal
Département de mathématiques
Téléphone : (506) 858-4487
Courriel : isabelle.arsenault.4@courrier.uqam.ca

Caroline Lajoie, professeure
Université du Québec à Montréal
Département de mathématiques, section didactique
Téléphone : (514) 987-3000 poste 7632
Courriel : lajoie.caroline@uqam.ca

APPENDICE E

GRILLES D'ANALYSE

Tableau 3.2 - Grille regroupant les réponses aux questionnaires diagnostique et final

	Début	Fin	Comp.
aime?			
bon?			
diff. Énoncé			
utili. Schéma			
Chance			
fait quoi?			
Arrête			
recommence			
n'importe quoi			
voir enseign.			
travaille ami			
vérification			
Temps			
mémor.			
bonne rép.			
discussion			
une solution			
plus. méth.			
autres aspects			

Tableau 3.3 - Grille de comparaison de l'appréciation, de la confiance et de la persévérance

[illegible]

Tableau 3.4 - Grille de comparaison de deux étudiants

	P1	P2
Aime début	Adore	Aime
Aime final	Aime	N'aime pas
Confiance début	Très bonne	Bonne
Confiance final	Très bonne	Bonne
Persévérance début	10 à 30 min.	10 à 30 min.
Persévérance final	10 à 30 min.	10 à 30 min.

Tableau 3.5 – Grille de comparaison des étudiants retenus en fonction de leur appréciation, de leur confiance et de leur niveau de persévérance

[illegible]

BIBLIOGRAPHIE

Adams, V. M. 1989. Affective Issues in Teaching Problem Solving : A Teacher's Perspective. In D. B. McLeod et V. M. Adams (éds.), *Affect and Mathematical Problem Solving, A New Perspective*. New York : Springer-Verlag New York Inc.

Aiken, L. R. 1976. « Update on attitudes and other affective variables in learning mathematics ». *Review of Educational Research*. Vol. 46, p. 293 – 311.

Aiken, L. R. 1974. « Two scales of attitude toward mathematics ». *Journal for Research in Mathematics Education*. Vol. 5, p. 67-71.

Aiken, L. R. 1972. « Research on attitudes toward mathematics ». *Arithmetic Teacher*. Vol. 19, p. 229 – 234.

Aiken, L. R. 1970. « Attitudes toward mathematics ». *Review of Educational Research*. Vol. 40, p. 551 – 596.

Allport, G. W. 1935. Attitudes. In C. Murchison (éd.), *A Handbook of Social Psychology*. Worcester, Mass. : Clark University Press.

Arsac, G., Germain, G. et Mante, M. 1988. *Problème ouvert et situation-problème*. Lyon, IREM de l'Académie de Lyon.

Astolfi, J-P. 1993. Placer les élèves dans une situation-problème?, *Probio-Revue*, 16 (4), 311-321.

Australian Education Council. 1991. *A national statement on mathematics for Australian schools*. Australian Education Council and Curriculum Corporation, Carlton, Vic.

Ball, Deborah Loewenberg. 1990. « The Mathematical Understandings That Prospective Teachers Bring to Teacher Education ». *The Elementary School Journal*. Vol. 90, no. 4, p. 449 – 466.

Bergeron, J. C. et Herscovics, N. 1988. « Evaluation of the Mathematical Background of Prospective Elementary School Teachers ». *Proceedings of the Tenth Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (PME-NA)*, DeKalb, Illinois, p. 275-282.

Bishop, A. 2001. Educating Student Teachers About Values in Mathematics Education. In F.-L. Lin et T. J. Cooney (éd), *Making Sense of Mathematics Teacher Education* (pp. 233-246). Netherlands : Kluwer Academic Publishers

Bloom, B. S., Hastings, J. T. et Madaus, G. F. 1971. *Handbook on formative and summative evaluation of student learning*. New York : McGraw-Hill.

Brown, C., T. A. Cooney et D. Jones. 1990. « Mathematics teacher education ». In W. R. Houston (éd.), *Handbook of Research on Teacher Education*. p. 639 – 656. New York : Macmillan

Brush, L. R. 1978. « *Analyzing students' attitude toward mathematics : An item by item review of scale content* ». manuscrit

Bush, W. 1989. « Mathematics Anxiety in Upper Elementary School Teachers ». *School Science and Mathematics*, vol. 89, no 6, p. 499-509.

Caezza, J. F. 1970. « A study of teacher experience, knowledge of and attitude toward mathematics and the relationship of these variables to elementary school pupils' attitudes toward and achievement in mathematics » (Thèse doctorale, Université de Syracuse, 1969). *Dissertation Abstracts International*. Vol. 31, p. 921A-922A.

Callahan, W. J. 1971. « Adolescent attitudes toward mathematics ». *Mathematics Teacher*. Vol. 64, p. 751 – 755.

Carlson, M. P. 1999. « The Mathematical Behavior of Six Successful Mathematics Graduate Students : Influences Leading to Mathematical Success ». *Educational Studies in Mathematics*, vol. 40, p. 237-258.

Carroll, J. 1995. « Primary teachers' conceptions of mathematics. In B. Atweh et S. Flavel (éds.), *Proceedings of the 18th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia*. p. 151 – 155. Darwin, Australia : Mathematics Education Research Group of Australasia (MERGA).

Clapponi, P. 1992-1993. « Le problème de la balance », *Petit x*, p. 32.

Charnay, R. (1992-1993). « Problème ouvert, problème pour chercher ». *Grand N*, 51, 77-83.

Collier, C. P. 1972. « Prospective elementary teachers' intensity and ambivalence of beliefs about mathematics and mathematics instruction ». *Journal for Research in Mathematics Education*. Vol. 3, p. 155 – 163.

Daskalogianni, K. et A. Simpson. 2000. « Toward a definition of attitude : the relationship between the affective and the cognitive in pre-university students ». In T. Nakahara et M. Koyama (éds.), *Proceedings of PME 24 (Hiroshima)*, vol. 2, p. 217 – 224.

Di Martino, P. et R. Zan. 2002. « An attempt to describe a 'negative' attitude toward mathematics ». In P. Di Martino (éd.), *Proceedings of the MAVI-XI European Workshop*, Pisa, April 4-8 2002, p. 22 – 29.

Early, J. C. 1970. « A study of the grade level teaching preferences of prospective elementary teachers with respect to their attitudes toward arithmetic and achievement in mathematics ». *Dissertation Abstracts International*, vol. 30, p. 3345A – 3346A.

Ernest, P. 1989. « The Impact of Beliefs on the Teaching of Mathematics ». In P. Ernest (éd.), *Teaching : The State of the Art*. Basingstoke : The Falmer Press.

Ernest, P. 1988. « The impact of beliefs on the teaching of mathematics ». Article pour ICME VI, Budapest, Hungary.

Evans, J., M. Hannula, G. Philippou et R. Zan. 2003. « Thematic Working Group : Affect and Mathematical Thinking ». *Proceedings of the Third Conference of the European Society for Research in Mathematics Education*, Bellaria, Italie, 28 février au 3 mars 2003.

Eveilleau, Thérèse. 2005. « Mathématiques magiques ». <http://perso.wanadoo.fr/therese.eveilleau/>

Foss, D. H. et R. C. Kleinsasser. 1996. « Preservice elementary teachers views of pedagogical and mathematical content knowledge ». *Teaching and Teacher Education*, vol. 12, no. 4, p. 429 - 442

Gellert, U. 2000. « Mathematics Instruction in Safe Space : Prospective Elementary Teachers' View of Mathematics Education ». *Journal of Mathematics Teacher Education*, vol. 3, p. 251 - 270.

Haladyna, T., J. Shaughnessy et J. M. Shaughnessy. 1983. « A causal analysis of attitude toward mathematics ». *Journal for Research in Mathematics Education*, vol. 14, no. 1, p. 19 - 29.

Hart, L. E. 1989. « Describing the affective domain : Saying what we mean ». In D. B. McLeod et V. M. Adams (éds.), *Affect and mathematical problem solving : A new perspective*. New York : Springer-Verlag, p. 37 – 48).

Héraud, B. 2000. « Quelles approches doit-on privilégier dans la formation initiale des enseignants au primaire pour l'enseignement des mathématiques? ». In P. Blouin et L. Gattuso (dir.), *Didactique des mathématiques et formation des enseignants* (p. 41-52). Mont-Royal : Modulo Éditeur.

Higgins, J. L. 1970. « Attitude changes in a mathematics laboratory utilizing a mathematics-through-science approach ». *Journal for Research in Mathematics Education*, vol. 7, p. 43 – 56.

Hilton, A. S. 1970. « The understandings of mathematics and the attitudes toward mathematics expressed by prospective elementary teachers ». *Dissertation Abstracts International*, vol. 31, p. 266A.

Hitt, F. 2004. « Une comparaison entre deux approches, enseignement des mathématiques sans ou avec logiciels et calculatrices symboliques ». In Guiménez, J., Fitz Simons G. et Hahn Corine (dir.) Actes de la CIEAEM-54. Vilanova i la Geltrú. Espagne. p. 351 - 359.

Jonker, L. (à paraître). « A mathematics course for prospective elementary school teachers ». *Journal PRIMUS*.

Krathwohl, D. R., B. S. Bloom et B. B. Masia. 1964. *Taxonomy of educational objectives : The classification of educational goals. Handbuook 2 : Affective domain*. New York : McKay.

Kroll, D. L. 1989. « Connections between psychological learning theories and the elementary mathematics curriculum ». *National Council of Teachers of Mathematics Yearbook*, p. 199 - 211.

Kulm, Gerald. 1980. « Research on Mathematics Attitude ». In Richard. J. Shumway (éd.) *Research in Mathematics Education*. p. 356 – 387. Reston, Virginia : National Council of Teachers of Mathematics.

Lafortune, L. et St-Pierre, L. 1994. *La pensée et les émotions en mathématiques : métacognition et affectivité*. Montréal : Les Éditions LOGIQUES inc.

Lajoie, C. et N. Bednarz. 2000. « La résolution de problèmes en mathématiques, quoi de neuf ? ». Communication dans le cadre du *Congrès des associations québécoises, des mathématiques pour le monde*, Université Laval, Québec, 5 au 7 mai 2000.

Legendre, R. 1993. *Dictionnaire actuel de l'éducation*, Montréal-Paris : Guérin-Eska, 1500 p.

Lerman, Stephen. 2001. « A Review of Research Perspectives on Mathematics Teacher Education ». In F.-L. Lin et T. J. Cooney (éds.) *Making Sense of Mathematics Teacher Education*. p. 33 - 52.

Committee on the Undergraduate Program in Mathematics (CUPM), Panel on Teacher Training. 1983. *Recommendations on the mathematical preparation of teachers*. Washington, DC : Mathematical Association of America (MAA).

Mandler, G. 1989. « Affect and learning : Causes and consequences of emotional interactions ». In D. B. McLeod and V. M. Adams (éds.), *Affect and Mathematical Problem Solving*, Springer-Verlag, New York, pp. 3 – 19.

Mason, J. (1994). *L'esprit mathématique* (traduit par Léon Collet). Mont-Royal : Modulo Éditeur.

McLeod, Douglas B. 1994. « Research on affect and mathematics learning in the JRME : 1970 to the present ». *Journal for Research in Mathematics Education*, vol. 25, no. 6, p. 637 – 647.

McLeod, D. B. 1992. « Research on affect in mathematics education: a reconceptualization ». In D. A. Grouws (éd.), *Handbook of Research of Mathematics Teaching and Learning*, New York : MacMillan Publishing Company, p. 575 – 596,

McMillan, J. H. 1976. « Factors affecting the development of pupil attitudes toward school subjects ». *Psychology in the schools*, vol. 13, p. 322 – 325.

Ministère de l'Éducation du Nouveau-Brunswick. 2000. *Programme d'études : Mathématiques 8^e année*. Nouveau-Brunswick (version provisoire).

Ministère de l'Éducation du Québec. 2004. *Programme de formation de l'école québécoise : enseignement secondaire, premier cycle*. Québec.

Ministère de l'Éducation du Québec. 2001. *Programme de formation de l'école québécoise : éducation préscolaire, enseignement primaire*. Québec.

Ministère de l'Éducation du Québec. 1988. *Guide pédagogique : fascicule k*. Québec.

Mohammad Yusof, Yudariah BT. et David Tall. 1999. « Changing Attitudes to University Mathematics Through Problem Solving ». In *Educational Studies in Mathematics*, vol. 37, p. 67 – 82.

Musser, G. L. et W. F. Burger. 1991. *Mathematics for elementary teachers*. New York : MacMillan, 111 p.

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). 2000. *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA : NCTM.

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). 1989. *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Reston, VA : NCTM.

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). 1980. *An Agenda for Action*. Reston, VA : NCTM.

Office québécois de la langue française. 2008. *Le grand dictionnaire terminologique*. www.oqlf.gouv.qc.ca/ressources/gdt.html.

Owens, Kay, Bob Perry, John Conroy, Noel Geoghegan et Peter Howe. (1998). « Responsiveness and affective processes in the interactive construction of understanding in mathematics ». *Educational Studies in Mathematics*, vol. 35, p. 105 – 127.

Pallascio, R. 2005. Les situations-problèmes : un concept central du nouveau programme de mathématique. *Vie Pédagogique*, vol. 136, 32-35.

Philippou, George N. et Constantinos Christou. 1998. « The Effects of a Preparatory Mathematics Program in Changing Prospective Teachers' Attitudes Towards Mathematics ». *Educational Studies in Mathematics*, vol 35, p. 189-206.

Phillips, R. B. 1973. « Teacher attitude as related to student attitude and achievement in elementary school mathematics ». *School Science and Mathematics*, vol. 73, p. 501 – 507.

Raines, B. G. 1971. « Personal, situational, and behavioral predisposition factors related to the elementary teachers' attitude toward teaching mathematics ». *Dissertation Abstracts International*, vol. 31, p. 4631A.

Reys, R. et F. Delon. 1988. « Attitudes of prospective elementary school teachers toward mathematics and three other subjects ». In J. Worth (éd.), *Preparing Elementary School Mathematics Teachers*, Readings from the Arithmetic Teacher, NCTM, Reston, Va, pp. 50 – 53.

Romberg, T. A. et J. W. Wilson. 1969. *The development of tests*. NLSMA Report No. 7. Pasadena, Calif. : A. C. Vroman.

Ruffell, M., J. Mason et B. Allen. 1998. « Studying Attitude to Mathematics ». *Educational Studies in Mathematics*, vol. 35, p. 1 – 18.

Schoenfeld, A. H. 1989. « Explorations of students' mathematical beliefs and behavior ». *Journal for Research in Mathematics Education*, vol. 20, p. 338 – 355.

Schuck, S. 1997. « Using a Research Simulation to Challenge Prospective Teachers' Beliefs about Mathematics ». *Teaching and Teacher Education*, vol. 13, no. 5, p. 529-539.

Schuck, S. 1995. « Forging links and breaking chains in primary teacher education : Negotiating powerful ideas ». In B. Atweh et S. Flavel (éds.), *Proceedings of the 18th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia*, p. 465 – 470. Drawin, Australia : Mathematics Education Research Groups of Australasia (MERGA).

Secrétariat général de l'Université de Moncton. 2005-2006. *Répertoire : premier cycle*. Université de Moncton.

Shirk, G. B. 1973. « An examination of conceptual frameworks of beginning mathematics teachers ».

Thèse doctorale, Université d'Illinois à Urbana-Champaign

Simon, M. & Schifter, D. 1993. « Toward a constructivist perspective : the impact of a mathematics teacher inservice program on students ». *Educational Studies in Mathematics*, vol. 25, 331 – 340.
331 – 340.

Smith, J. P. 1996. « Efficacy and teaching mathematics by telling : a challenge for reform ». *Journal for Research in Mathematics Education*, vol. 27, no. 4, p. 387 – 402.

Szydlík, E., S. D. Szydlík et S. R. Benson. 2003. « Exploring changes in pre-service elementary teachers' mathematical beliefs ». *Journal of Mathematics Teacher Education*, no. 6, p. 253-279.

Taylor, W. T. 1970. « A cross-sectional study of the modification of attitudes of selected prospective elementary school teachers toward mathematics » (Thèse doctorale, Université de l'État Oklahoma, 1969). *Dissertation Abstracts International*, vol. 31, p. 4024A.

Theis, L., Morin, M.-P., Bernier, J. et Tremblay, Y. 2007. « Les impacts des connaissances mathématiques sur l'attitude envers son enseignement chez des futurs enseignants du primaire ». In Bednarz, N. et Mary, C. (dir.) *L'enseignement des mathématiques face aux défis de l'école et des communautés*. Actes du colloque EMF2006 (cédérom). Sherbrooke : Éditions du CRP.

Thompson, A. G. 1992. « Teachers' beliefs and conceptions : A synthesis of the research ». In D. A. Grouws (éd.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. Macmillan Publishing Company. New York, pp. 127 – 145.

Université de Moncton. 2005. « Communauté d'Apprentissage Mathématiques Interactifs » (CAMI). www.umoncton.ca/cami/

Van de Walle, J. A. 1973. « Attitudes and perceptions of elementary mathematics possessed by third and sixth grade teachers as related to student attitude and achievement in mathematics ». *Dissertation Abstracts International*, vol. 33, p. 4254A – 4255A.

Wess, R. G. 1970. « An analysis of the relationship of teachers' attitudes as compared to pupils' attitudes and achievement in mathematics » (Thèse doctorale, Université de Dakota du Sud). *Dissertation Abstracts International*, vol. 30, p. 3844A - 3845A.

Zan, R. et P. Di Martino. 2003. « The role of affect in the research on affect : the case of 'attitude' ». *Proceedings of the Third Conference of the European Society for Research in Mathematics Education*, Bellaria, Italie, 28 février au 3 mars 2003.